



L'économie dans l'impasse climatique

Antonin Pottier

► To cite this version:

Antonin Pottier. L'économie dans l'impasse climatique : développement matériel, théorie immatérielle et utopie auto-stabilisatrice. Economies et finances. EHESS, 2014. Français. NNT : . tel-01101591

HAL Id: tel-01101591

<https://hal.science/tel-01101591>

Submitted on 9 Jan 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ANTONIN POTTIER

L'ÉCONOMIE DANS L'IMPASSE CLIMATIQUE

développement matériel, théorie immatérielle
et utopie auto-stabilisatrice



THÈSE D'ÉCONOMIE

pour obtenir le titre de

Docteur de l'École des hautes études en sciences sociales
dans la spécialité économie de l'environnement

soutenue le 28 mai 2014 devant le jury composé de

Ève Chiapello	examinatrice	EHESS
Bert de Vries	examineur	Universiteit Utrecht
Gaël Giraud	rapporteur	Université Panthéon-Sorbonne
Olivier Godard	rapporteur	École polytechnique
Pierre-Cyrille Hautcœur	examineur	EHESS
Jean-Charles Hourcade	directeur de thèse	EHESS

École des hautes études en sciences sociales

CIREN

École doctorale de l'EHESS

À la mémoire de Jacques Weber

Pendant trois ans, j'ai profité des conseils qu'il donnait avec gentillesse. J'appréciais ses propos iconoclastes, son regard critique et sa bonne humeur. Ses encouragements m'ont accompagné pendant la rédaction de cette thèse. Hélas, il a disparu à peine celle-ci terminée.

HOMO ŒCONOMICUS GRATIAM HABET,
AYNÆ RANDÆ MODO
L'HOMO ŒCONOMICUS REMERCIE,
À LA MANIÈRE D'AYN RAND ET DE QUELQUES AUTRES

Cette thèse est le travail de moi seul. À la manière d'Atlas, j'ai porté sur mes épaules le poids de tout ce que j'ai inventé pour la mener à bien, jusqu'au langage et à la raison. Confronté à un monde qui exploite mes talents, je n'ai trouvé aucune aide extérieure.

Cette thèse ne doit rien à la direction exigeante et attentive de Jean-Charles Hourcade, à ses corrections exubérantes et pertinentes. Aucune des idées développées ici ne circule dans l'atmosphère si particulière du Jardin Tropical. Je n'ai pas bénéficié de longs après-midis de réflexion avec Adrien, Baptiste et Étienne, ni du savoir-faire de Patrice, ni de fréquentes conversations avec Céline, Franck, Julien, Ruben, Stéphane ou Tarik. L'ambiance chaleureuse du CIRED, à laquelle personne ne contribue, ne m'a pas aidé à passer quatre bonnes années.

Souhaitant épargner cette ressource rare que sont l'attention et le souci d'autrui, j'ai compensé rubis sur l'ongle famille et amis lorsque je leur infligeais mon humeur maussade, d'interminables propos sur l'état de l'économie ou des silences prolongés à déjeuner. J'ai payé en monnaie de singe celles et ceux qui ont lu, commenté et corrigé le texte, en particulier Françoise.

Enfin, je n'ai aucune raison de remercier les membres du jury, et surtout pas les rapporteurs de ce trop long manuscrit : leur présence dans le jury prouve amplement que c'était dans leur intérêt.

RÉSUMÉ

Pourquoi les émissions de gaz à effet de serre, qui provoquent le réchauffement climatique comme on le sait depuis plus de vingt-cinq ans, ne sont-elles pas contrôlées ? Pourquoi les États ne mènent toujours pas de politiques climatiques à la hauteur de l'enjeu ? Telle est la question qui guide cette thèse.

On aurait pu chercher des réponses dans l'incapacité des hommes politiques à mettre en œuvre les bonnes solutions proposées par l'analyse économique. J'ai au contraire choisi d'interroger la boîte à outils de l'analyse économique néo-classique : celle-ci est-elle pertinente pour appréhender le changement climatique ? Ce parti-pris conduit à l'étude des concepts de l'analyse économique, de son épistémologie mais également du fonctionnement de la recherche économique, avec ses règles tacites et ses classements implicites. Pour rendre compte, à travers une grande diversité, de la cohérence du cadre néo-classique et de son lien avec un système de croyances et d'idées, je forge le terme de théorie Économique. Deux briques de base en sont l'*homo œconomicus* et le marché comme système parfait de coordination décentralisée. La question initiale peut alors être reformulée ainsi : comment la théorie Économique forme un cadrage mental inadéquat du problème climatique ?

Le chapitre 1 s'intéresse à un récent article présentant un modèle de croissance et de transition énergétique. Un examen critique conduit à renverser les résultats annoncés par les auteurs. Les raisons de cette dissonance sont explorées par l'élucidation des liens entre la structure mathématique d'un modèle, les mots employés pour le décrire et ses résultats numériques. L'analyse met en évidence les extraordinaires marges d'interprétation d'un modèle. Les mathématiques, censées apporter de la rigueur à l'analyse économique, n'en sont pas une garantie.

Après ce chapitre motivé par l'actualité de la recherche, je parcours la « chaîne de production » du problème climatique, en considérant successivement l'analyse économique des ressources, la modélisation des contraintes techniques du système économique, l'analyse économique du changement climatique proprement dite.

Le chapitre 2 retrace comment les économistes ont conçu le rôle des ressources et de l'énergie dans la croissance, depuis la fin du XVIII^e siècle. J'identifie deux basculements : autour de Jevons et son ouvrage *The Coal Question*, puis, un siècle plus tard, autour des réactions des économistes au rapport du Club de Rome. Ces basculements révèlent une tendance à la « dématérialisation » de la théorie Économique. Le chapitre conclut en contrastant les résultats obtenus par les économistes et les historiens sur l'importance de l'énergie dans la révolution industrielle.

À partir de la controverse des deux Cambridge et de la littérature sur l'agrégation, le chapitre 3 effectue une mise au point sur la fonction de production, outil principal pour appréhender les réalités techniques. Des difficultés viennent de la confusion entre différents types de fonctions de production. L'enseignement de la controverse de Cambridge est l'absence de contenu technique de la fonction de

production. L'estimation macro-économique de la fonction de production repose en définitive sur le partage de la valeur ajoutée et non sur les contraintes techniques de la production. Alors que la fonction de production était disqualifiée même chez les théoriciens néo-classiques, cet outil va persister dans la macro-économie à la faveur du tournant des nouveaux classiques.

Le chapitre 4 examine à partir des travaux de Nordhaus comment la théorie Économique a considéré le changement climatique. La trajectoire de Nordhaus conforte la thèse de la « dématérialisation » de la théorie Économique. La tendance est d'avoir une analyse purement économique, moins en prise avec le réel, moins disposée à s'appuyer sur d'autres disciplines. Il faut à tout prix produire une analyse coût-bénéfice, seul moyen supposé d'avoir une approche non-normative, quitte à modéliser des relations inconnues. L'effet se fait sentir sur la fonction des dommages, simple extrapolation sur la base de préjugés partagés, et sur le choix du taux d'actualisation, où l'incohérence du cadre macro-économique en vigueur resurgit.

Les trois derniers chapitres sont consacrés aux racines historiques et aux effets sociologiques des principes de base de la théorie Économique. Le propos s'élargit de la théorie Économique à l'Économie, à la fois système économique, idéologie et discipline académique. Il s'agit d'éprouver si l'inadéquation, explorée dans les chapitres précédents, de la théorie Économique pour traiter du changement climatique, a une racine plus profonde dans l'organisation même des sociétés occidentales.

Le chapitre 5 est consacré à la perception du changement climatique dans les sociétés de marché. Dans de telles sociétés, le rapport à la vérité est brouillé et les conditions d'un débat public à partir de faits scientifiques ne sont pas réunies. Le climato-scepticisme est le révélateur de ces tensions. L'étude des motivations des climato-sceptiques confirme l'opposition entre prise en compte du changement climatique et croyance dans les bienfaits automatiques du marché. L'irruption du changement climatique dans la société de marché polarise le champ social entre partisans et contempteurs du marché, sans laisser d'alternative réformiste. En comparant avec la situation qui prévalait lors des débats consécutifs au rapport du Club de Rome, on montre que ce blocage est le produit des évolutions socio-économiques et idéologiques qui marquent la transition du compromis fordiste à l'ère néo-libérale.

Le chapitre 6 fait un retour sur la méthode de la théorie Économique. Les évolutions de ses justifications à partir du tournant marginaliste montrent un recours croissant au sentiment d'évidence. Les concepts centraux d'*homo œconomicus* et de marché ne sont pas des réalités intemporelles et universelles, mais au contraire des constructions sociales spécifiques, propres à la société de marché. Quelques dispositifs permettant le déploiement de ces concepts sont étudiés, en particulier les conditions institutionnelles de la marchandisation. La dernière partie relit l'avènement du marché carbone dans cette perspective. L'existence du marché carbone repose sur des dispositifs spécifiques de mise en équivalence. La théorie Économique oublie les conditions institutionnelles de sa réussite en même temps qu'elle sert d'horizon de référence pour déterminer le sens des constructions issues des négociations internationales. Dans ce cas précis, la performativité de

la théorie Économique vient de son attraction comme système logique et de sa capacité à déployer sa cohérence en dépit de l'hétérogénéité du réel.

Le chapitre 7 est consacré à l'invention des sociétés de marché. Il cerne les raisons historiques de la place prépondérante de l'Économie dans les sociétés occidentales : celle-ci constitue une réponse viable à l'institution d'une société sur une base individualiste. Elle combine deux principes : un pessimisme sur la nature humaine, symbolisé par le modèle de l'*homo æconomicus*, et un optimisme sur le marché, opérateur d'intégration sociale, qui transmue les vices privés en participation au bien commun. La théorie Économique trouve ses fondements idéologiques dans le discours de justification de ce type de société. Certaines évolutions de la théorie Économique depuis l'après-guerre, et en particulier la disparition de la macro-économie keynésienne, sont revues à l'aune de cet élément idéologique. La dématérialisation de l'analyse économique, la construction de modèles avec des micro-fondations issues des « principes premiers », ainsi que la légitimation par la correction logique de propositions mathématiques semblent autant de phénomènes qui protègent les fondements idéologiques des sociétés de marché vis-à-vis des démentis qu'ils pourraient connaître.

ABSTRACT

The existence of a direct link between greenhouse gas emissions and climate change has been known about for more than a quarter of a century. But, thus far, few steps have been taken to bring these emissions under control. Why is it that national governments everywhere have yet to implement a policy on climate change that is capable of meeting this crucial challenge? This is the question that lies at the heart of my thesis.

One could of course look for an answer in the failure of politicians to implement the solutions proposed by economists. My approach, on the contrary, is to examine the tool-box used in neo-classical economic analysis and ask how pertinent this tool-box really is to an understanding of climate change. This point of view leads me to the study of the concepts of economic analysis and its epistemology but, equally, of how economics actually functions, with its unspoken rules and its inherent systems of classification. To encapsulate — in all its diversity — the coherence of the neo-classical viewpoint and its connection to a system of beliefs and ideas, I have coined the term *Économic theory*. Two basic components of this theory are *homo economicus*, and the market as a perfect system of decentralized coordination. My initial question can thus be restated as follows: in what way does the *Économic theory* make for an inadequate approach when it comes to forming a mental map of the climate problem?

The subject of chapter 1 is a recent article presenting a model of growth and of energy transition. A critical examination of the article leads me to overturn the conclusions drawn by the authors. Here, I elucidate the links between the mathematical structure of a model, the words which are used to describe it and the numerical results that it yields. This analysis shows that a model can be interpreted in many ways. These wide margins of interpretation make it clear

that mathematics which allegedly bring rigour into economic analysis are, in fact, no guarantee of its presence.

Following this chapter which is concerned with recent trends in research, I turn my attention to the “production chain”, so to speak, of the climate problem. I consider, successively, the economic analysis of resources, the modeling of technical constraints in the economic system and, finally, the economic analysis of climate change itself.

Chapter 2 retraces how economists since the end of the 18th century have viewed the role that resources and energy play in economic growth. I identify two crucial turning points: first, the change in methodology made by Jevons following the publication of his book *The Coal Question* and then a century later the reactions provoked among economists by the report of the Club of Rome. These turning points reveal a tendency to “dematerialisation” in Economic theory. The chapter concludes by discussing the contrasting views of economists and historians regarding the role of energy in the Industrial Revolution.

Taking as its starting points the Cambridge capital controversy and the aggregation literature, chapter 3 examines the production function, the principal tool in the understanding of technical realities. I show the difficulties arising from the confusion between different types of production function. The lesson to be drawn from the Cambridge controversy is the absence of technical content from the macroeconomic production function. Empirical estimates regarding production function ultimately rest on the share of added value and not on the technical constraints of production. While production function was disqualified even by the neoclassical theorists it persists in macro-economics thanks to the emergence of new classical economics.

Chapter 4 looks at how, commencing with the works of Nordhaus, Economic theory has considered the problem of climate change. The trajectory of Nordhaus’ work reinforces the concept of “dematerialization” in Economic theory. We can discern a trend towards a purely economic analysis, less concerned with the real, less disposed to make use of other disciplines. It is absolutely essential that a cost-benefit analysis be produced because, it is supposed, this is the only way to obtain a non- normative approach even if it means establishing models for unknown relations. This stance leads to insurmountable controversy about the damage function, a simple extrapolation based on shared prejudices, and the choice of discount rate, where the incoherence of the mainstream macroeconomic framework comes to the fore.

The final three chapters are devoted to the historical roots and to the sociological consequences of the basic principles of the Economic theory. The content of these chapters expands the scope of my thesis from Economic theory to Economy itself, which is, at one and the same time, an economic system, an ideology and an academic discipline. Here the goal is to discover whether the inadequacy of Economic theory in dealing with climate change, explored in the previous chapters, has deep seated origins in the very structure of Western societies.

Chapter 5 looks at how climate change is perceived in market societies. In such societies, the conditions for a public debate based on scientific evidence do not exist; the perception of the truth is blurred. These tensions have produced climate-skepticism. The study of what motivates climate- skepticism confirms

the opposition between an awareness of climate change and belief in the automatic benefits of the market. The sudden emergence of climate change as an issue in market societies has polarized the social sphere between partisans of the market and those who denigrate it, with no room left for any kind of reformist alternative. In comparing this impasse to the situation which prevailed during the debates provoked by the Club of Rome report, we show that it is the product of the socio-economic and ideological evolutions which mark the transition between the Fordist compromise and the era of neo-liberalism.

Chapter 6 looks back on the method of *Economic* theory. The evolution of its rationale, starting with the Marginal Revolution, shows an increasing reliance on intuition. The central concepts of homo economicus and of the market are not timeless, universal realities but, on the contrary, specific social constructions inextricably linked to market societies. Devices which allow the application of these concepts are studied, in particular the institutional conditions of commoditization. The last part of the chapter reappraises the advent of the carbon market in this perspective. The existence of the carbon market is based on specific devices to make comparable GHG emissions from different social contexts. *Economic* theory has forgotten the institutional conditions which made it successful, while at the same time as it is used as a reference point to determine the sense of the direction taken by international negotiations. In this case the performativity of the *Economic* theory comes from its attraction as a logical system and from its capacity to deploy its coherence despite the heterogeneity of the real.

Chapter 7 concerns itself with the invention of market societies. This chapter identifies the historic reasons for the key role played by the *Economy* in Western societies and shows how *Economy* offers a viable means of establishing a society on an individualistic basis. To do so two principles are combined: a pessimistic view of human nature, symbolized by the model of homo economicus, and an optimistic one regarding the market — a mechanism for social integration which transmutes private vices into participation in the common good. *Economic* theory has its ideological foundations in the arguments used to justify this kind of society. Certain developments of the *Economic* theory since the post-War period and, in particular, the disappearance of Keynesian macroeconomics are reevaluated in the light of this ideological element. The dematerialization of economic analysis, the construction of models with micro foundations issuing from “first principles”, as well as the legitimization of mathematical propositions by logical correctness and coherence, all appear as phenomena which protect the ideological foundations of market economies against any attempts to undermine them.

CONTENTS

INTRODUCTION	1
I.1 Economics as problem	2
I.2 Value-laden concepts	5
I.3 The status of economic theory	11
I.4 Guidelines of the thesis	14
I.5 The goal of the research	22
1 ANOTHER PLANET	27

1.1	Growth engine of the AABH model	29
1.2	Modelisation of the environment in AABH	42
1.3	Optimal control to avoid catastrophe	59
1.4	Some epistemological lessons	79
2	THE ENERGY OF THE ECONOMY	103
2.1	Resources in the economy	104
2.2	The limits to growth	116
2.3	Economists's vision compared in the face of history	139
2.4	Some lessons	158
3	PRODUCTION FUNCTION	167
3.1	Origin and context of the Cambridge controversy	169
3.2	The Cambridge controversy	176
3.3	Aggregation of production functions	200
3.4	The lessons and the legacy of the Cambridge controversy	213
4	COSTS AND BENEFITS OF CLIMATE POLICIES	233
4.1	Climate change as framed by economic theory	233
4.2	Discount rate	246
4.3	Damage function	270
5	CLIMATE SKEPTICISM	293
5.1	The circuit of climate skepticism	294
5.2	Facts and values in climate policies	308
5.3	Towards the origins of an antagonism	322
6	ECONOMIC MAN AND THE MARKET	339
6.1	The neo-classical paradigm in question	340
6.2	Mans as economic creature?	350
6.3	A natural market?	357
6.4	The framing error of economic theory	364
7	THE ASSUMPTION OF THE ECONOMY	395
7.1	Progressive construction of modern societies	397
7.2	Three perspectives on the birth of modern societies	408
7.3	Ideology and development of economic analysis	419
7.4	The economy as dominant category of modern society	452
	CONCLUSION	457
	ÉPILOGUE: THE DYNAMIC OF CAPITALISM	461
	E.1 The <i>Perspectives</i>	462
	E.2 Some common understanding of the <i>Perspectives</i>	465
	E.3 Achieving the affluent and losing its fruits	471
	E.4 The <i>Perspectives...</i> : lessons for the future	479
	TECHNICAL APPENDICES	491
	BIBLIOGRAPHY	501
	INDEX	547

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1 UNE AUTRE PLANÈTE	27
2 L'ÉNERGIE DE L'ÉCONOMIE	103
3 LA FONCTION DE PRODUCTION	167
4 COÛTS ET BÉNÉFICES DES POLITIQUES CLIMATIQUES	233
5 LE CLIMATO-SCEPTICISME	293
6 L'HOMME ÉCONOMIQUE ET LE MARCHÉ	339
7 L'ASSOMPTION DE L'ÉCONOMIE	395
CONCLUSION	457
ÉPILOGUE : LA DYNAMIQUE DU CAPITALISME	461
APPENDICES TECHNIQUES	491
BIBLIOGRAPHIE	501
INDEX	547
TABLE DES MATIÈRES	553

Introduction

Les sciences de la nature multiplient depuis plusieurs décennies les diagnostics sur les menaces qui pèsent sur nos sociétés modernes : la biodiversité serait à la veille d'une grande phase d'extinction et la disparition des espèces pourrait entraîner en cascade des modifications profondes des écosystèmes au sein desquels vivent les êtres humains ; le changement climatique et la montée des eaux menacent de perturber gravement les zones les plus habitées de la planète ; les océans enfin semblent être devenus des décharges, desquelles la vie se retire. Ces constats faits par les sciences de la nature ne laissent pas d'être inquiétants. Ils sont toutefois intégrés de manière contraire dans les deux grands récits sur la modernité que l'on peut brosser ici à grands traits.

Dans le premier de ces récits, critique, les menaces ne sont pas simplement dues au hasard ou à la mauvaise chance. Elles sont les conséquences nécessaires d'un mode de vie spécifique, celui de l'Occident, que la mondialisation exporte sur toute la planète. Ce mode de vie repose sur une forte consommation, que rend possible l'exploitation des ressources naturelles. Il rejette dans les milieux naturels toutes sortes de pollutions qui perturbent le fonctionnement des écosystèmes. La pression sur ces milieux entraîne la disparition de nombreuses espèces. La combustion de ressources fossiles pour obtenir l'énergie nécessaire à la production libre des gaz à effet de serre qui dérèglent les cycles biogéochimiques et provoquent le réchauffement climatique. La surpêche et l'acidification des océans détruisent les espèces marines.

Les travaux sur le fonctionnement des écosystèmes débouchent sur un constat de crise écologique. Le changement climatique est la pointe avancée de cette crise, sa partie la mieux documentée parce qu'elle repose principalement sur des phénomènes physiques. Cette crise semble résulter d'un fonctionnement de la société à la fois fragile, car fondé sur des ressources naturelles en grande partie non renouvelables, et destructeur.

L'autre récit sur la modernité, le récit complaisant, prend le contre-pied des thèses précédentes. Au lieu de voir des menaces dans la situation actuelle, il repère un immense motif de satisfaction. Dans toute l'histoire de l'humanité, les sociétés humaines n'ont jamais été aussi riches. L'Occident a depuis longtemps adopté un mode de fonctionnement efficace, qui pousse à l'innovation et à l'expansion de la production. Après des décennies de mauvais choix à l'époque de la guerre froide, ce système économique se répand dans tous les pays et permet de sortir des millions d'êtres humains de la pauvreté. Bref, les problèmes du monde appartiennent au passé et non à l'avenir.

C'est là le constat de premier ordre, la *big picture*. Cela ne signifie pas cependant qu'il ne subsiste pas d'autres problèmes. Mais ceux-ci sont des détails, que nous remarquons parce que les problèmes les plus pressants, comme la sortie de la pauvreté, ont disparu. De plus, les problèmes, et en particulier les problèmes écologiques, n'ont de toute façon jamais été aussi faciles à résoudre. L'humanité

est plus intelligente qu'elle ne l'a jamais été. Les connaissances sont en progrès fulgurant. Puisque nous sommes de plus en plus riches, les ressources que nous pouvons consacrer à améliorer notre environnement augmentent sans cesse. La solution la plus efficace pour corriger les dégâts écologiques est donc la poursuite du progrès technique.

Du reste, dans le récit complaisant, les problèmes écologiques ne sont pas très compliqués. Sur un plan théorique, la situation est très simple. Les problèmes écologiques sont liés à des externalités. Une externalité intervient lorsque que l'action d'un agent affecte l'utilité d'un autre agent sans qu'intervienne un prix. C'est généralement le cas lorsqu'une capacité est disponible gratuitement. Par exemple, le système biogéochimique possède la capacité d'absorber le CO_2 rejeté dans l'atmosphère. Mais cette capacité n'a pas de prix : elle est donc utilisée de manière excessive. Le CO_2 s'accumule et provoque le changement climatique. La solution évidente est de mettre un prix sur cette capacité pour restaurer son utilisation optimale. Le signal économique du prix corrigera l'utilisation excessive de cette capacité. Les externalités ne posent donc pas de problème économique, leur correction est une question de volonté politique.

1.1 L'ÉCONOMIE COMME PROBLÈME

Comme on le voit, on ne saurait faire deux récits plus opposés. Si le récit critique s'appuie avant tout sur les sciences de la nature, le récit complaisant fait appel principalement à la science économique sur deux points contraires, mais néanmoins convergents. Le premier est que les problèmes sont bénins. La « crise » écologique n'en est pas vraiment une, son importance doit être minorée. Remise à sa juste place par l'évaluation économique, elle n'est qu'un détail. Le second est que ces problèmes sont faciles à résoudre, grâce aux mécanismes de marché, pour peu que l'on veuille y mettre le prix et la volonté.

Sur la gravité des conséquences des désordres écologiques, les évaluations économiques sont loin de pouvoir recueillir toute notre confiance. Il existe une tendance structurelle de minoration des impacts du fait de la méthode même d'évaluation. Les économistes qui prennent les alertes écologiques au sérieux sont en effet obligés de pousser aux extrêmes l'analyse coût-bénéfice et de transformer les menaces sur les écosystèmes en catastrophe programmée. Sur la facilité de résolution, les économistes partagent, de façon très majoritaire, une vision optimiste. Il suffit d'envoyer un signal prix pour corriger les problèmes en cours, même si le montant privilégié du prix peut varier selon différents niveaux de radicalité. Pourtant, l'expérience montre que ce type de mesure n'est pas facile à mettre en place. Pour le réchauffement climatique, le problème est identifié depuis plusieurs décennies, avec une précision croissante. L'ampleur du phénomène et ses causes sont mieux connues, grâce à la mobilisation précoce de la communauté internationale qui a créé dès 1988 un organe d'information dédié au changement climatique, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Si la communauté internationale a paru prendre le problème au sérieux avec le protocole de Kyoto, signé en 1997 et entré en vigueur en 2005, celui-ci n'a pas rempli toutes ses promesses. Plus de vingt ans après la création de la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC),

le problème reste entier et de plus en plus pressant. Avec l'échec de la conférence de Copenhague, le processus engagé pour limiter les émissions de GES est aujourd'hui au point mort.

Mon travail de recherche est donc parti du questionnement suivant : pourquoi le problème du changement climatique est-il si compliqué à résoudre ? Pourquoi est-il si difficile de prendre des mesures pour limiter les gaz à effet de serre ? Pourquoi les émissions de ces gaz ne sont-elles pas davantage contrôlées ? Pourquoi les États ne mènent-ils toujours pas de politiques climatiques à la hauteur des enjeux ? Faisant le constat que les mesures apparemment simples que propose la théorie économique ne sont pas adoptées, j'ai cherché à comprendre ce qui résiste à ces mesures. Les oppositions sont-elles d'ordre pratique, politique ou même économique ?

Pour rendre compte de ce mystère, la solution la plus simple, celle en tout cas qui a la faveur de la science économique, est de blâmer l'irrationalité des décideurs politiques, leur impossibilité à s'accorder sur un programme en raison des intérêts électoralistes. Mais j'ai trouvé plus fructueux de prendre le problème dans l'autre sens et de m'interroger sur la science économique elle-même, sur la manière dont celle-ci fournit des cadres mentaux pour appréhender les mesures de prévention du changement climatique. L'image du monde que nous renvoie la théorie économique n'est peut-être pas la bonne. Peut-être le monde n'est-il pas aussi simple et lisse que les raisonnements économiques le suggèrent. Les échecs persistants à mettre en place une régulation des GES sont peut-être la conséquence d'un problème mal posé.

Ce qui commençait comme une interrogation sur les systèmes économiques réels et la difficulté de les faire évoluer pour éviter le changement climatique a ainsi débouché sur un autre jeu d'interrogations, portant cette fois sur la théorie économique. Comment se fait-il que la science économique ait une évaluation aussi différente des problèmes que les sciences naturelles ? Comment aboutit-elle au grand récit autosatisfait évoqué plus haut ? Pourquoi la théorie économique qui fonctionne si bien sur le papier échoue-t-elle dans ses recommandations pratiques ? Cette série de questions conduit à se poser des questions d'épistémologie, sur le type de savoir produit par la théorie économique, et de méthodologie, sur les méthodes utilisées par les économistes pour produire leur savoir.

Je ne suis pas un économiste de formation, j'ai d'abord étudié les mathématiques et la physique. Avec l'économie, j'ai découvert une discipline qui se veut scientifique, mais a un mode de fonctionnement très différent des sciences que je connaissais ou que j'avais fréquentées. Cet étonnement premier explique l'importance accordée dans cette thèse aux questions d'épistémologie et de méthodologie de l'économie.

Venant à la fois des mathématiques et de la physique, j'ai trouvé dans l'économie un mélange de ces deux disciplines. D'une part, un discours naturaliste revendiqué, où les faits économiques sont des choses et les lois économiques sont aussi implacables que la loi de la gravitation universelle. D'autre part, une utilisation abondante du raisonnement mathématique, avec jeux d'hypothèses et déductions logiques, qui semblait suffire à l'investigation scientifique. Voilà ce qui d'emblée a provoqué ma perplexité. Par ailleurs, ce discours et cette méthode sont appliqués à un système social, fait de réseaux complexes de relations

entre personnes. Dans le fonctionnement concret de ce système, beaucoup de niveaux interagissent entre eux. Les comportements individuels provoquent des mouvements globaux, mais les personnes agissent aussi en fonction des variables globales. De plus, les représentations qu'ont les agents jouent un grand rôle dans leurs décisions. Il était donc important pour moi de cerner en quoi le croisement de méthodes physiques et mathématiques peut rendre compte de cette réalité, mais aussi comment l'analyse économique peut éventuellement créer une certaine vision du monde, qui, en retour, sert aux agents de guide pour l'action.

Cette inflexion de mon travail de recherche, ce passage de l'étude du système économique à l'étude de l'analyse économique, a été renforcée par la lecture de *The environment and directed technical change* d'[Acemoglu et al. \(2012\)](#). Cet article, rédigé entre autres par deux grands noms de la science économique contemporaine et publié dans la plus grande revue d'économie, traite justement du changement climatique dans un modèle de croissance. Or cet article souffre à l'examen d'un certain nombre de défauts. Extrêmement stylisé, le module climatique est mal calibré. La partie économique utilise une représentation du système énergétique qui ne peut conduire qu'à des aberrations. Corrigé tant bien que mal pour coller un peu plus aux données, le modèle aboutit à des conclusions inverses de celles des auteurs. Cela n'a pas empêché que ce même modèle, qui s'appuie assez peu sur les études existantes dans le champ de l'économie du changement climatique comme de l'économie des systèmes énergétiques, soit repris et serve de référence politique.

On trouve là une bonne illustration des dysfonctionnements de l'analyse économique : d'une part, l'éclatement des connaissances, avec d'un côté la théorie pure et de l'autre des études spécialisées, deux champs qui ne communiquent quasiment pas ; d'autre part l'étonnante capacité de certains textes à acquérir, en dépit de faiblesses scientifiques importantes, une autorité et une légitimité qui en font de véritables points de repère. L'analyse de l'article d'[Acemoglu et al. \(2012\)](#), que je détaille dans le premier chapitre, met également au jour une déconnexion profonde entre la structure d'un modèle et l'interprétation qu'on peut en faire : le même modèle, au sens d'un ensemble d'équations, peut décrire le même objet de plusieurs façons différentes. Cela laisse donc une grande latitude à l'interprétation du modèle.

À force de creuser les problèmes méthodologiques, j'ai découvert l'extraordinaire ambiguïté de l'analyse économique. Tout à la fois simple méthode d'approche des problèmes, ensemble de théories, éventuellement discordantes, du fonctionnement des mécanismes économiques ou cadre conceptuel, l'analyse économique est protéiforme. Elle est toutefois sous-tendue par une charpente théorique solide et cohérente, qui repose elle-même sur une anthropologie implicite. Celle-ci se révèle au travers des représentations adoptées pour traiter les problèmes économiques et des choix de privilégier telle ou telle solution. La théorie économique s'inscrit par conséquent à l'intérieur d'un système de croyances et d'idées, d'une idéologie.

Le mélange de croyances et d'analyse scientifique qui se dévoile peu à peu complique le travail de recherche, réputé purement objectif, ainsi que son exposition. Pour conserver un caractère rationnel à cette thèse et ne pas tomber dans une rhétorique du soupçon, il m'est apparu nécessaire d'adopter une stratégie

d'explicitation des liens aux valeurs. Cette stratégie se déroule en deux temps : le premier précise la relation entre les concepts et les valeurs, le second clarifie le statut de l'économie.

I.2 LES CONCEPTS IMPRÉGNÉS DE VALEURS

L'épistémologie conventionnelle de l'analyse économique cherche à séparer économie positive et économie normative. L'économie positive décrit de manière objective ce qui est, l'économie normative enseigne ce qui doit être. L'économie normative est guidée par des valeurs, tandis que l'économie positive organise sans filtre la réalité telle qu'elle se voit. Si l'économiste reconnaît volontiers que des valeurs président à l'établissement des propositions de l'économie normative, il défend en revanche le caractère scientifique et objectif de l'analyse économique. L'analyse économique serait positive et totalement exempte de jugements de valeur. En explorant la composante idéologique des concepts et des méthodes de l'analyse économique, je prête nécessairement le flanc à l'accusation d'avoir méconnu le caractère positif de l'analyse économique.

Le cantonnement des valeurs en dehors de l'analyse économique ne paraît en pratique pas toujours absolu que l'économiste le souhaiterait. D'une part, la possibilité d'une science positive repose sur l'établissement de tests non ambigus, dénués de jugement de valeur. Mais des conditions ancillaires, nécessaires à l'établissement du test, ne peuvent pas être assurées. Le test d'une hypothèse est donc soumis à controverses et toujours ambigu. Il n'est pas possible de tester sans introduire de jugements de valeur, ne serait-ce que méthodologiques. D'autre part, les économistes ne cessent de s'accuser mutuellement de mêler concepts et valeurs dans leurs raisonnements, d'adopter ou de refuser telle théorie pour des raisons normatives. D'un point de vue pragmatique, les débats en économie sont toujours hantés par la question des valeurs, l'économie positive est encore un vœu pieu.

Pour dissiper les incompréhensions et prévenir les objections, je me suis efforcé de clarifier le rapport aux valeurs, à la fois dans la théorie économique et dans cette thèse.

Si l'épistémologie contemporaine s'inspire largement de Milton Friedman (1953), cette position traditionnelle sur la séparation des faits et des valeurs remonte à Max Weber. En 1904, celui-ci publie un article « L'objectivité de la connaissance dans les sciences et la politique sociale ». Cet article lance une série de débats en 1909 sur les rapports entre les valeurs et la connaissance au sein du *Verein für Sozialpolitik*, qui regroupe l'école historique allemande. L'ancienne génération de l'école historique a développé ses recherches en lien fort avec des valeurs, notamment de justice sociale. Elle va se disloquer sur la question de l'objectivité, en raison de conflits implicites sur les valeurs à promouvoir. Les partisans de la neutralité axiologique, en particulier Sombart et Weber, vont fonder une nouvelle association, la *Deutsche Gesellschaft für Soziologie* (Brochier et Keller, 1998). Après le *Methodenstreit* entre Menger et Schmoller, le *Werturteilstreit* (que-

relle des jugements de valeur) est la deuxième controverse des méthodes à avoir secoué les écoles allemandes d'économie et de sociologie ¹.

Quoiqu'il traite Schmoller avec déférence, Weber se distancie de son enseignement, en refusant son objectif d'établissement, dans la justice sociale, d'une Allemagne économiquement puissante. Schmoller croyait possible d'atteindre par l'expérience (*Erfahren*) des jugements de valeur objectifs. Au contraire, pour Weber, le monde moderne est caractérisé par la pluralité de valeurs. Les valeurs sont éclatées, sans système commun pour les intégrer, à la différence de l'époque où la religion dominait la société. Les valeurs sont devenues subjectives et il n'est pas possible de les choisir rationnellement. Elles sont irrémédiablement antagoniques. A contrario, la science doit être objective, indépendante du sujet qui énonce les résultats. Elle doit permettre une confrontation rationnelle des idées. Elle ne peut faire place aux valeurs. Weber oppose donc les jugements de fait aux jugements de valeur. Il prône la neutralité axiologique (*Wertfreiheit*), c'est-à-dire la séparation entre faits et valeurs dans la recherche scientifique.

Le savoir objectif est possible, malgré l'orientation subjective inhérente à toute recherche, à condition d'utiliser des concepts et un langage sans jugement de valeur implicite. Dans ce but, Weber développe les idéaux-types. L'objectivité est atteinte grâce à l'universalité des règles de raisonnements et de démonstration, qui s'appliquent à toute démarche scientifique. La séparation entre faits et valeurs permet d'atteindre une meilleure connaissance des moyens mis au service des valeurs. Elle éclaire donc les conséquences de la sélection de certaines valeurs.

La clarification de Weber est un point de passage obligé pour la réflexion méthodologique. Elle est un acquis de la démarche scientifique. Elle est cependant difficile à mettre en pratique. La neutralité axiologique est un idéal, mais pouvons-nous le réaliser ? Comment être sûr que les jugements de valeur ne s'introduisent pas à notre insu dans l'analyse ? Dans la pratique de la recherche, est-il vraiment possible de dissocier, de manière étanche, les jugements de valeur et les jugements de faits ?

Un prolongement utile est fourni par la réflexion de Gunnar Myrdal, économiste suédois, récompensé du prix de la Banque de Suède en l'honneur de Nobel en 1974, en même temps que Friederich Hayek.

Dans son ouvrage *Venteskap och politik i nationalekonomien* ², Myrdal (1930) conteste l'objectivité des économistes. Les économistes prétendent arriver à des conclusions positives, purement objectives. Ils fournissent des recommandations politiques qui seraient des vérités ne reposant sur aucun jugement normatif. Or, pour Myrdal, les économistes se leurrent. Ils ont élaboré progressivement des théories formelles à partir d'éléments de la philosophie du droit naturel. Les concepts qu'utilisent les économistes se sont peu à peu vidés de leur coloration morale d'origine. Mais ce biais n'a pas disparu pour autant. Il est naturellement réintroduit dans l'analyse, pour donner corps à des concepts devenus éthérés. De

1. Il existe une troisième querelle des méthodes en sciences sociales, le *Positivismusstreit* entre Popper et Adorno. Celle-ci semble relativement abstruse et ne nous concerne pas directement. La première sera étudiée en 6.1.1.

2. En français : « Science et politique en économie ». L'ouvrage a été traduit en allemand en 1932, puis en 1953 en anglais. J'ai utilisé cette dernière version. À ce jour, il n'existe pas de traduction française.

la sorte, les économistes croient formuler des recommandations positives, alors qu'ils ne font que retrouver les enseignements de la philosophie du droit naturel.

Myrdal voit le développement de la théorie économique au XIX^e siècle comme un raffinement constant de ce cercle logique ; les développements de l'analyse économique ne font qu'accroître la distance entre le préjugé normatif et la conclusion « positive ». Les propositions ont de plus en plus l'apparence de la pure positivité mais ne parviennent pas à se passer d'élément normatif. Pour le démontrer, Myrdal procède à une critique immanente de la théorie économique : il prend comme point de départ les enseignements de la théorie. Les propositions économiques sont affectées d'un cercle logique qui les rendent indéterminées. Myrdal montre alors que les économistes ne s'y limitent pas quand ils en viennent aux recommandations de politique économique. Ils lèvent l'indétermination des propositions par le recours à une prémisse normative. Ils réintroduisent alors les enseignements de la philosophie du droit naturel, dont leur système est imprégné. Par exemple, la définition de l'utilité souffre d'être circulaire. On peut y échapper en supposant une mesure, ce qui permet la comparaison interpersonnelle des utilités. Proscrite par la théorie pure, cette comparaison est, d'une manière ou d'une autre, cruciale pour l'application du concept. Dans la science économique du XX^e siècle, ces travers sont présents de manière exemplaire dans l'œuvre de Mises, qui est une reformulation moderne de la philosophie du droit naturel (Gonce, 1973).

La critique immanente de Myrdal s'inspire de la philosophie de son compatriote Axel Hägerström, qui débusque une métaphysique inconsciente dans la pensée populaire ou scientifique. Cette métaphysique inconsciente est dangereuse car elle ne fournit pas les armes à sa critique (Ferraton, 2008). Les économistes prennent à leur insu les propositions du droit naturel pour des énoncés empiriques. Ils prêtent d'autant moins d'attention aux biais normatifs qu'ils ignorent l'origine morale de leur théorie.

En 1930, Myrdal croit encore possible d'arriver à un petit corpus de propositions purement positives. Dans ses travaux ultérieurs, il abandonne cet espoir. Il renonce en fait à la séparation entre faits et valeurs. Les jugements de valeur sont partout dans l'analyse économique. Présents dans l'application des propositions théoriques au réel (cf. 1.4.3), ils accompagnent les faits sélectionnés, les concepts et la manière de présenter les conclusions. Non seulement les valeurs orientent la recherche, mais elles imprègnent jusqu'à ses résultats (Peltier, 1990).

Si la réalité était façonnée par la Raison, la Raison ne ferait, par l'investigation scientifique, que se découvrir elle-même dans le monde. La positivité totale serait possible. Si l'on renonce à cette idée, les thèses de Myrdal n'ont rien de surprenant. Lorsque la réalité est contradictoire et non rationnelle, les phénomènes ne peuvent pas s'organiser d'eux-mêmes en un tout cohérent. Un cadre théorique est nécessaire pour sélectionner les phénomènes, les ordonner en faits et proposer un récit cohérent sur le monde. Lisons Myrdal :

Les valeurs guident et accompagnent notre recherche. La recherche désintéressée n'a jamais existé et ne peut pas exister. Avant les réponses, il doit y avoir les questions. Il ne peut pas exister de vue sans

point de vue. Dans les questions posées et les points de vue sélectionnés, les valeurs sont implicites.

Nos valeurs déterminent notre approche d'un problème, la définition de nos concepts, le choix des modèles, la sélection de nos observations, la présentation de nos conclusions — en fait, la poursuite entière d'une étude du début à la fin. En demeurant inconscients du système de valeurs pour notre recherche, nous continuons de raisonner avec une prémisse manquante, ce qui entraîne une indétermination ouvrant la voie à tous les biais. (Myrdal, 1978a, p. 778-779)³

Pour Myrdal, il est donc impossible de construire une économie positive. On ne peut se saisir du réel de façon objective. Entre le réel et la recherche scientifique s'intercalent toujours des valeurs. La simple appréhension des faits s'opère au moyen de concepts qui sont imprégnés par les valeurs qui guident la recherche. Les faits ne sont donc pas neutres car ils se sont généralement perçus à travers des concepts imprégnés de valeurs (*value-laden concepts*). Cette idée de concepts imprégnés de valeur est une étape importante dans l'explicitation du rapport de l'économie aux valeurs. Nous la reprenons à notre compte. Les concepts utilisés par l'économie sont des concepts chargés de valeurs, et nous préciserons plus tard quelles sont ces valeurs.

Dans un contexte où les valeurs sont omniprésentes, y compris dans les concepts scientifiques, Myrdal nous offre un antidote pour maintenir un espace de discussion rationnelle. La principale recommandation méthodologique de Myrdal est d'exposer clairement les valeurs qui forment la base de la recherche. Ce précepte s'avère un bon complément pratique à la neutralité axiologique de Weber (Ferraton, 2011). Mais si une science axiologiquement neutre est idéalement possible, rien n'assure cette neutralité axiologique en pratique. Le premier garde-fou à mettre en place, même dans l'idéal wéberien, est de dévoiler les valeurs qui motivent la recherche.

En signalant clairement les valeurs qui guident la recherche, on donne au lecteur les moyens de se prémunir contre les jugements de valeur qui pourraient s'introduire dans le raisonnement. Celui-ci se garde plus facilement d'une chose identifiée et répétée que d'une chose inconsciente. Paradoxalement, masquer l'importance des valeurs dans les propositions théoriques et prétendre adopter une position neutre est moins objectif qu'explicitement ses orientations normatives.

Cette façon de procéder, en posant en amont de la réflexion des valeurs qui guident la recherche, n'est donc pas une régression épistémologique, une contamination volontaire des catégories scientifiques par des préceptes normatifs. Elle n'est nullement le signe d'une recherche normative mais le préalable pour que la discussion rationnelle, c'est-à-dire l'énoncé de ses arguments et l'écoute de la partie adverse, soit possible. Le discours scientifique énonce ses propositions de telle sorte qu'elles puissent être discutées. Il doit donc dévoiler l'ensemble des éventuels implicites derrière les propositions.

Lorsque les valeurs marquent irrémédiablement le raisonnement, la seule façon d'avoir une approche scientifique est d'explicitement les valeurs qui accompagnent

3. Traduction française de Cyrille Ferraton, in Ferraton (2008, p. 80).

la recherche. Sans ce moment d'objectivation, les valeurs restent à l'arrière-plan, dissimulées mais néanmoins agissantes dans le discours. La volonté de séparer distinctement les valeurs et les faits, lorsqu'elle conduit à taire les valeurs, se traduit donc, de manière paradoxale, à une confusion plus grande entre les deux, puisque les valeurs restent cachées et ne sont pas soumises à la discussion rationnelle. L'explicitation des valeurs est donc un moment essentiel du discours scientifique. Son objectif est de rendre lisible l'intégralité du cheminement intellectuel, depuis les valeurs qui guident la recherche jusqu'à l'analyse rationnelle.

L'exposition des valeurs à la base de la recherche n'a pas pour but d'aboutir à un accord sur les valeurs. Le conflit des valeurs est indépassable, c'est un domaine dont la raison ne peut pas rendre compte intégralement. Si l'on peut déplorer cet état de fait, il en découle également la possibilité d'un pluralisme scientifique, chacun étant libre d'être guidé par ses valeurs. Ce pluralisme est une bonne chose car il permet davantage de découvertes qu'un monisme méthodologique et évaluatif. Le pluralisme méthodologique maintient vivante la recherche qui, sinon, pourrait être étouffée par une pensée unique. L'usage d'un modèle unique rend en effet plus difficile la perception de phénomènes qui contestent le paradigme. La coexistence d'une pluralité de méthodes et de valeurs est alors le moyen de lutter contre l'enfermement et les stratégies de protection que met en place tout système théorique⁴. L'impossibilité de s'accorder sur les valeurs, qui apparaissait au départ comme une faiblesse, se change en force dans un monde traversé de contradictions.

Cette façon de concevoir la recherche reconnaît le caractère normal des controverses dans la discipline économique, et plus largement dans les sciences sociales. Dans ces sciences, le conflit sur les méthodes, sur la délimitation de la discipline ou sur les catégories de base, n'est pas une anomalie mais la règle. La discipline économique ne sera jamais une science normale au sens de Kuhn. Un seul paradigme ne pourra jamais rendre compte de la totalité de l'économie. Un paradigme organise nécessairement des coupures dans le réel pour le réduire en théorie. De la sorte plusieurs paradigmes concurrents peuvent coexister car ils organisent différemment leur objet à partir d'une même totalité économique (Mouchot, 1996, chap. 15). Il faut donc faire le deuil d'une science positive ou neutre.

Myrdal apporte néanmoins quelques limites au pluralisme des valeurs. Toutes les valeurs sont possibles en théorie, mais toutes ne sont pas également pertinentes pour la recherche. Les valeurs qui guident la recherche doivent être partagées par des groupes sociaux. Pour faire avancer la connaissance sur les aspirations de son époque, le chercheur doit sélectionner des valeurs qui animent des groupes sociaux spécifiques. Ainsi sa recherche résonnera au-delà de ses convictions personnelles. La sélection des valeurs par le chercheur est donc astreinte à une obligation de réalisme et de pertinence. Myrdal, lorsqu'il expose ses valeurs dans *American Dilemma* ou *Asian Drama*, les relie à la philosophie des Lumières, c'est-à-dire pour lui un idéal de progrès et d'égalité.

4. Une réalisation pratique du pluralisme méthodologique doit également contrecarrer les tendances conformistes de tout système académique.

En accord avec les préceptes méthodologiques de Myrdal, je dois, à mon tour, préciser les valeurs qui animent cette recherche.

Les milieux naturels sont aujourd'hui dégradés. On ne trouvera pas ici de litanies rappelant les dégradations environnementales. Ce sujet est connu. Deux grands phénomènes me semblent particulièrement importants à considérer : le changement climatique et la perte de biodiversité, qui concerne tous les grands types d'écosystème. L'existence de ces deux dégradations me paraît suffisamment bien établie par les travaux des sciences de la vie et de la terre pour qu'elles soient prises comme des données de l'analyse. On pourrait également citer d'autres dégradations préoccupantes, comme l'acidification des océans, le rejet des phosphates dans l'eau (Rockström et al., 2009). La conjonction de ces dégradations fait craindre un basculement de l'état général de la Terre (Barnosky et al., 2012). Ces préoccupations resteront à l'arrière-plan, et l'analyse dans cette thèse se concentrera avant tout sur le changement climatique.

Ce rappel pose l'enjeu par rapport auquel je dois affirmer mes valeurs. Ces valeurs sont celles d'une conscience écologique. J'estime que préserver les milieux naturels est une bonne chose. Je pense qu'il s'agit là d'une tâche importante à laquelle l'humanité doit faire face dans les prochaines décennies. En disant l'humanité, je ne sous-entend pas que l'espèce humaine en tant que telle soit responsable de la dégradation des écosystèmes, ni que tous les humains doivent contribuer également à cette préservation. Je n'ignore pas les « responsabilités communes mais différenciées », selon la formulation de la CCNUCC. Le corps du texte donnera l'occasion de préciser les forces à l'œuvre dans ces dégradations et les principaux points de blocage.

Les préoccupations écologiques ne sont pas une simple lubie personnelle. Ces préoccupations sont anciennes, mais ont trouvé un développement systématique depuis une cinquantaine d'années, à la suite de bouleversements sans précédents de la structure productive. Elles jouent un rôle grandissant dans les discussions politiques. Le choix des valeurs écologiques s'appuient donc sur une réalité extérieure à la personnalité de l'auteur.

Il y a plusieurs façons de justifier ces préoccupations. Certaines lectures mettent en avant une sorte de religion de la nature dans les valeurs écologiques. Les thuriféraires de la Raison accusent la sensibilité écologique d'être irrationnelle et mystique. Les écologistes les plus conscients défendent les milieux naturels, les espèces vivantes pour elles-mêmes, pour la valeur intrinsèque, la valeur d'existence, dont ils sont porteurs. Ils voient la nature comme un tout, avec lequel l'homme doit vivre en harmonie (Worster, 1977). Sans me démarquer complètement de cette vision majoritaire, je pense néanmoins que la principale raison de protéger les milieux écologiques dans lesquels la vie humaine s'inscrit est instrumentale. Ces milieux et ces régulations nous permettent de vivre. Leur destruction équivaldrait à la fin programmée de l'aventure humaine. C'est bien d'abord pour des raisons humanistes, anthropocentrées, qu'il faut chercher à protéger les milieux naturels, supports de vie. La destruction des supports de vie conduit à des situations dangereuses pour les populations humaines, et, à terme, à une vie appauvrie. Les humains ne peuvent faire autrement que de vivre en collaboration avec les autres espèces.

Une objection pourrait être soulevée contre cette vision. Si le but est purement instrumental, pourquoi les valeurs écologiques doivent-elles guider la réflexion plutôt que, par exemple, des analyses économiques de type coût-avantage, capables de mettre en regard les bénéfices et les dommages ? Les humains avec leur connaissance pourraient décider avec ce type de bilan ce qui est le mieux pour eux. Je ne souscris pas à cette vision d'un savoir qui permettrait de décider de manière absolue des avantages. Le savoir humain sera toujours radicalement incomplet face à l'évolution de la vie. Cette évolution est imprévisible, et nous ne pouvons prendre sa place, la diriger vers un but conscient. L'incertitude fondamentale des processus du vivant nous force à l'humilité. Cette humilité signifie que les humains doivent s'en remettre aux écosystèmes pour assurer la reproduction des supports de vie. Ces systèmes naturels les ont, après tout, portés à l'existence, et il n'y a pas de raison qu'ils ne continuent pas à le faire, pour peu que les humains ne détériorent pas ces systèmes et leurs fonctions régulatrices. Pour maintenir les conditions de possibilité d'une vie humaine, il paraît donc sage de limiter notre impact sur les cycles écologiques et de conserver des écosystèmes en bonne santé.

Si, toutefois, il s'avérait que l'humanité pouvait mener une vie purement artificielle, uniquement soutenue par quelques bactéries commensales, alors cette justification n'aurait plus de poids. Je ne puis cependant adhérer à cet objectif d'une humanité détachée de la vie terrestre, la dominant et finalement la condamnant à disparaître. À l'heure où les techniques de l'information inventent des paradis artificiels numériques, je continue à préférer à ce monde créé rationnellement par des intentionalités humaines, le monde de la nature, où nous découvrons l'étrangeté de ce qui n'a pas été prévu, la surprise d'un comportement qui n'est pas le nôtre. L'effacement de la nature dans notre cadre de vie rend cette expérience de plus en plus difficile. Il n'est pas impossible que, faute de l'exercer, l'humanité n'y trouve plus goût.

I.3 LE STATUT DE LA THÉORIE ÉCONOMIQUE

Après la reconnaissance de l'imprégnation des concepts par les valeurs et l'exposé des valeurs qui accompagnent ce travail de recherche, le second temps de la stratégie d'explicitation du rapport aux valeurs clarifie les valeurs que l'on peut associer à l'analyse économique.

Par *analyse économique*, j'entends, selon la définition de Schumpeter, les recherches intellectuelles menées en vue de comprendre les phénomènes économiques. On pourrait parler également de science économique (*economics*) si cela n'était pas trop pompeux. Le *système économique* renvoie aux réalités de la production et de l'échange, telles qu'elles existent dans les différents pays, avec leurs imperfections et leur bricolage. On pourrait aussi parler d'économie (*economy*), dans le sens où l'on dit économie nationale. L'analyse économique comporte donc les concepts et outils pour étudier et analyser les systèmes économiques réels.

La première difficulté pour cerner les valeurs derrière les concepts de l'analyse économique est son extraordinaire éclatement. L'analyse économique est parcourue de diverses écoles, qui se livrent des batailles féroces. Elle est dans un tel

état de morcellement qu'il paraît en effet vain de fonder un raisonnement sur son unité. On peut cependant commencer par isoler une école que l'on appelle historiquement néo-classique, ou encore, dans un vocable plus révélateur, dominante ou orthodoxe. C'est ce type d'analyse économique qui est majoritaire, c'est elle que l'on trouve sur les campus américains les plus renommés, c'est encore elle qui est présente dans les grandes revues de la discipline, et c'est en son sein que sont désignés les lauréats du prix en l'honneur d'Alfred Nobel. C'est l'analyse économique néo-classique qui est l'objet principal d'études. Les autres écoles, dissidentes et marginales, ne sont pourtant pas absentes de l'étude. Ce sera au contraire un enjeu majeur de comprendre les relations entre l'analyse néo-classique et les écoles des post-keynésiens ou de l'économie écologique. L'analyse économique néo-classique correspond à ce que l'on entend généralement lorsqu'on parle de science économique.

Une fois restreinte l'analyse économique à l'analyse néo-classique, le problème reste cependant entier. L'analyse économique néo-classique peut toujours paraître trop éclatée pour qu'on puisse dire quelque chose de général la concernant. Elle est aussi suffisamment labile pour pouvoir être utilisée à de multiples fins, qui paraîtraient contredire les généralités que j'énoncerai. Il faut donc éviter un double écueil. Le premier est de subsumer l'ensemble de l'analyse économique sous une certaine essence. Je dois bien dans un premier temps reconnaître la diversité des écoles au sein même de l'analyse néo-classique. Beaucoup de travaux ne participent pas d'une vision déterminée mais d'un bricolage conceptuel, qui tente de saisir, avec des outils imparfaits, une parcelle de réalité. Ainsi, par exemple, le calcul économique des ingénieurs-économistes qui s'inspire fortement du calcul à la marge de l'analyse néo-classique. Le second écueil est cependant de dissoudre l'analyse économique néo-classique en une série de travaux singuliers, sans cohérence d'ensemble ni caractéristiques communes. Si l'on procédait ainsi, parler de la vision propre à l'analyse économique néo-classique deviendrait impossible : on aurait devant soi un champ complètement éclaté, une prolifération de visions particulières, propres à chaque chapelle, à chaque auteur. La pensée serait impossible (Beaud, 1998). On oublierait une continuité certaine de l'analyse économique, un certain nombre de concepts qui perdurent, profondément liés à des présupposés anthropologiques.

Pour continuer à penser les valeurs portées par l'analyse néo-classique, il faut donc construire un concept général qui témoigne de sa cohérence relative. Le paradigme est constitué par deux préceptes de base : les agents économiques prennent leurs décisions par un calcul à la marge, le marché est un système parfait de coordination décentralisée. C'est le système cohérent formé par ces deux préceptes qui m'intéresse. Lorsque je voudrai insister sur cette essence de l'analyse économique néo-classique, j'emploierai le terme de théorie Économique. La théorie Économique est en quelque sorte le cœur de l'analyse néo-classique, elle rassemble ses propositions abstraites et générales.

Le langage universitaire connaît d'ailleurs et utilise fréquemment le terme de théorie économique (*economic theory*). Ce terme suggère qu'il existe un corps de doctrine non contesté et bien défini. Les contours de ce corps de doctrine sont en réalité flous, et si personne ne peut dire de quoi il s'agit en réalité, tout le monde comprend malgré tout de quoi il est question. Ce corps de doctrine est

pour moi caractérisé par les deux préceptes rappelés ci-dessus, mais il contient également bien d'autres propositions. Nous en découvrirons au fur et à mesure de cette thèse, en même temps que nous explorerons la méthode de la théorie Économique. Nous écrivons théorie Économique, avec un É manuscrit pour rappeler la part de valeurs présente dans les concepts de la théorie. Derrière ses deux préceptes, se trouvent les représentations de l'*homo œconomicus*, comme individu maximisant ses intérêts, et du marché comme modèle de la relation sociale.

Le concept de théorie Économique permet de rendre compte du fait que tous les travaux d'analyse économique ne sont pas situés sur un pied d'égalité : certains paraissent plus « Économiques » que d'autres, ils acquièrent rapidement un statut différent d'autres recherches, comme s'ils disaient la norme. Cet effet surgit parce que ces travaux expriment de manière plus pure les préceptes de la théorie Économique. Ces travaux qui appliquent de manière cohérente et systématique les préceptes de base forment l'image de l'analyse économique néo-classique. Ils expriment l'« orthodoxie », terme passé dans le langage de la profession, et qui est impossible à comprendre sans le concept de théorie Économique.

Les rapports entre la théorie Économique, ainsi définie, et l'analyse néo-classique peuvent encore être précisés. Pour moi, la théorie Économique joue comme une instance qui oriente la signification de l'analyse économique néo-classique, malgré son éclatement et son extrême ramification. Comment l'éparpillement de l'analyse néo-classique est-elle compatible avec le maintien d'un cœur cohérent par rapport auquel les travaux particuliers sont appréciés ? À sa périphérie, l'analyse néo-classique peut charrier dans son sillage des éléments contradictoires sans que cela infirme mon propos. La dispersion extrême permet même de toujours trouver un cas particulier qui contredit le corpus général. Mais l'éclatement empêche que ces cas particuliers forment autre chose que des cas insolites, des curiosités. Les différents éléments n'étant pas reliés entre eux, ils restent isolés et ne trouvent pas de place dans un autre système cohérent de signification. Ils ne peuvent former un paradigme alternatif, qui donnerait une image cohérente de la totalité sociale et remplacerait la théorie Économique. Ils ne peuvent pas former un corps de doctrine, relayé par des valeurs et des croyances, par une idéologie.

La théorie Économique forme au contraire un tel système, dominant et majoritaire. Ce système suggère ses significations jusque dans des travaux qui paraissent s'en éloigner. Il reste le centre donneur de sens, autour duquel les autres éléments gravitent. Ce système n'est pas forcément perçu de manière consciente, ce qui multiplie sa force d'évocation. Les éléments analytiques éventuellement en conflit avec le cœur du paradigme subsistent à un niveau inférieur, comme cas particulier infirmant la vérité générale. Les cas particuliers peuvent bien se multiplier, ce n'est pas comme cela que la vérité générale perdra son statut de généralité. Cette vérité générale de l'analyse néo-classique, son essence, c'est ce que j'appelle théorie Économique.

De manière similaire, j'appellerai Économiste l'idéal-type de celui qui professe les enseignements de la théorie Économique. De nombreuses personnes parlent au nom de la théorie Économique, et pas seulement des économistes universitaires : ce sont aussi bien des journalistes, des analystes financiers, des experts indépendants. Chaque économiste universitaire peut être également, de manière

délibérée ou inconsciente, un Économiste, et certains plus que d'autres⁵. Lorsque je voudrai envisager la profession de manière plus sociologique, je parlerai de la discipline économique, suivant Robert Boyer (2012).

1.4 LIGNES DIRECTRICES DE LA THÈSE

Après ces mises au point, l'exposé des grandes lignes de force de l'argumentation est maintenant possible. Présentées ici de manière abrupte, elles seront précisées, détaillées et étayées dans le corps du texte. Ces réflexions s'articulent à la confluence de trois thèmes : le changement climatique comme produit du système économique contemporain et comme facteur d'évolution, la manière dont la théorie Économique considère le changement climatique et enfin la méthode spécifique à la théorie Économique.

Le développement économique occidental repose sur un modèle sociologique particulier, le terme « modèle » étant entendu au sens d'un idéal de référence. Ce modèle est celui d'une société d'égaux liés entre eux uniquement par les échanges économiques. La libre poursuite par chacun de ses activités ne conduit pas à l'anomie mais à un ordre social auto-régulé, que l'on peut appeler la société moderne. Cet ordre est caractérisé entre autre par une certaine conception du bien commun et un certain mode opératoire pour l'atteindre. Le bien commun n'est que la somme des biens individuels et la meilleure façon d'atteindre le bien commun est de laisser chacun poursuivre son intérêt.

Si force est de constater que les sociétés occidentales ne fonctionnent pas complètement, en réalité, selon le modèle moderne, celui-ci n'en constitue pas moins l'idéal régulateur de ces sociétés. Pour le dire simplement, l'horizon que se donnent les sociétés modernes est de devenir des sociétés de marché. À la suite de Louis Dumont (1977), je nomme *idéologie économique*⁶ l'ensemble de valeurs et

5. On pourra appliquer à l'Économiste ce qu'écrit Jean-Pierre Dupuy au sujet de la *profession* des économistes.

« Ce livre n'est pas tendre envers les économistes. Il me faut préciser que ma cible, c'est la *profession* d'économiste, et non nécessairement les individus qui l'exercent. Il existe beaucoup de chercheurs remarquables d'intelligence et de perspicacité qui pratiquent cette profession, et je me flatte de compter un bon nombre d'amis parmi eux. Mais s'ils sont remarquables, c'est *malgré* leur appartenance à ce milieu et non grâce à elle. [...] Quant à la profession, ses structures, son mode de recrutement, la reconnaissance factice qui est la sienne grâce à un faux prix Nobel, le rôle démesuré qu'y joue la dextérité mathématique en font une des plus conservatrices, une des moins capables de réforme au sein de tout le système de la recherche et de l'enseignement supérieur, et cela, aujourd'hui, dans le monde entier. » (Dupuy, 2012, p. 22-23)

6. Contrairement à la notion marxiste d'idéologie, la définition dumontienne n'assimile pas idéologie et erreur. L'idéologie est simplement « ensemble des idées et des valeurs communes dans une société » (Dumont, 1977, p. 16). Chiapello (2003) tente une conciliation des deux sens de l'idéologie. Les idées et valeurs qui constituent l'idéologie peuvent prendre une forme scientifique ou extra-scientifique. La définition de « scientifique » fait également partie de l'idéologie ; nous le verrons en étudiant en détail la méthode économique.

À la place d'*idéologie économique* on aurait pu également parler d'*individualisme*. C'est le terme que Louis Dumont a fini par adopter dans une perspective comparatiste. L'individualisme des sociétés modernes s'oppose au holisme des sociétés traditionnelles (cf. 7.2.2). Une notion très proche est celle d'utilitarisme autour de laquelle s'organisent les travaux des chercheurs du Mouvement anti-utilitariste en sciences sociales (MAUSS), en particulier ceux d'Alain Caillé (2005, 2011) (cf. également Godbout, 2007 ; Chanial, 2008). Le terme *utilitarisme* connote surtout le modèle anthro-

de représentations qui guide les sociétés modernes. Deux éléments de l'idéologie économique retiendront particulièrement mon attention : d'une part, la conception de l'homme, celle d'un individu, être moral autonome, maximisant son utilité, que je nommerai souvent *homo œconomicus* ; d'autre part, la conception du bien commun, celle de l'harmonie naturelle des intérêts individuels réalisée par le marché.

Ce type particulier de sociétés est tenable grâce à l'accroissement de la production. Ce que l'on appelle la croissance économique est à la fois un produit de la décentralisation des initiatives individuelles que réalise le marché et un facteur d'apaisement de l'agitation perpétuelle des conditions que provoque la société de marché. La croissance de la production est soutenue en pratique par une forte consommation d'énergie, en particulier des énergies fossiles.

On peut relever la double contradiction que représente le changement climatique pour l'idéologie des sociétés modernes et leur soubassement matériel. Le changement climatique est, dans le langage des économistes, une externalité, c'est-à-dire un effet non voulu des relations de marché. La simple existence du changement climatique, provoqué par les émissions anthropiques de GES, est un démenti pour l'harmonie naturelle des intérêts. Son caractère massif et persistant empêche de le prendre pour une anomalie bénigne. Il entre donc directement en conflit avec l'idéologie économique. D'autre part, limiter le changement climatique signifie réduire les émissions de GES. Le seul moyen d'obtenir une réduction franche est de limiter la consommation de ressources fossiles. La lutte contre les émissions de GES entre donc également en conflit avec l'appétit énergétique des sociétés modernes, qui est satisfait pour l'instant majoritairement par les combustibles fossiles.

Une pièce manque dans ce puzzle, celle de la théorie Économique. La théorie Économique joue un rôle de médiateur entre l'idéologie économique et le système économique. L'analyse économique évolue en rapport avec les événements qui affectent les systèmes économiques. Les problèmes des systèmes économiques réels font évoluer l'analyse économique, en même temps que celle-ci se développe sous la pression de forces autonomes. Au sein de l'analyse économique, nous avons vu le rôle central de la théorie Économique. Il y a deux raisons principales à cela. La première est que la théorie Économique est un moyen d'action sur le système économique. Elle n'est pas qu'une science d'observation, mais elle participe à l'évolution du système économique. Elle fournit des méthodes et des instruments de calcul, des cadres de cohérence entre activités. Elle performe le système économique (Callon, 1998). La correspondance entre la théorie Économique et le système économique de marché est donc créée au fur et à mesure que les sociétés occidentales se rapprochent de leur idéal. La seconde est que la théorie Économique est marquée par l'idéologie économique. Historiquement, l'analyse économique, comme science d'un système de pratiques autonomes (le système économique), naît en même temps que s'affirme l'idéologie économique. Si l'analyse économique connaît des développements ultérieurs désordonnés, la théorie Économique est la part majoritaire qui garde l'héritage de cette naissance

pologique, celui de l'*homo œconomicus*. Sans négliger cette dimension, mon propos insiste davantage sur le marché, l'opérateur d'intégration des relations socio-économiques. C'est pourquoi j'ai préféré le terme d'*idéologie économique*.

conjointe. La théorie Économique n'est pas séparable de l'idéologie économique. Elle est d'un certain côté la justification et la rationalisation de cette idéologie. La proximité de la théorie Économique avec l'utopie de marché des sociétés occidentales explique sa force et sa persistance. La cohésion entre théorie Économique, système économique de marché et idéologie économique renforce la puissance de chacun des éléments pris séparément. C'est cette cohésion qui explique la prépondérance jamais démentie de la théorie Économique dans l'analyse économique.

Dans le cas du changement climatique, les concepts-clefs de la théorie Économique cadrent le problème, forment les questions à poser et orientent les réponses. Dans un premier temps, la théorie Économique atténue la double contradiction posée par le changement climatique. Elle digère le problème pour le rendre assimilable par l'idéologie moderne. Elle « normalise », selon ses propres normes, la question climatique à l'aide de ses procédures scientifiques. En retour, le cadrage opéré par les schèmes théoriques et pratiques de la théorie Économique réduit tellement les données du problème qu'il est impossible de lui trouver une solution.

Les inflexions de la théorie Économique pour incorporer les contestations croissantes au sujet des problèmes écologiques de long terme, et plus particulièrement du changement climatique, l'engagent dans une voie de plus en plus éloignée des réalités matérielles. La théorie Économique construit un monde en vase clos, fermé à toute logique externe issue d'autres disciplines. Ces inflexions entrent en résonance avec des évolutions de la théorie Économique dans le champ macro-économique qui réaffirme la supériorité et l'inafaillibilité des mécanismes de marché.

D'un point de vue scientifique, l'assimilation et la normalisation des contradictions par la théorie Économique en fait un objet d'étude remarquable. Je m'attacherai donc à déployer les mécanismes par lesquels s'opèrent assimilation et normalisation. Je montrerai comment la théorie Économique, avec ses procédures, ses méthodes et ses registres de preuve spécifiques, fonctionne comme une ceinture protectrice de l'idéologie économique. Dans ce sens, je développerai la notion de dématérialisation de la théorie Économique : ce processus la rend de moins en moins apte à recevoir des signaux qui ne passent pas par le système économique, comme des contraintes techniques ou des alertes venues des sciences de la nature.

Les liens forts entre la théorie Économique, le système économique contemporain et l'anthropologie implicite de l'Occident, son idéologie économique, conduisent à affiner le sens à donner au terme *économie*.

L'économie recouvre usuellement deux choses : le système économique en fonctionnement (*economy*), qui a connu diverses phases et est en perpétuelle évolution, et l'analyse économique (*economics*), l'étude des processus économiques, des systèmes économiques. Au cours de la rédaction, il est apparu nécessaire, pour éviter les malentendus, d'utiliser cette terminologie un peu pesante, déjà rappelée : système économique et analyse économique. Au demeurant, pour alléger le propos, j'utiliserai simplement économie quand le sens est clair selon le contexte.

La distinction rappelée ici obscurcit néanmoins l'origine commune des deux sens du terme. La polysémie du mot économie en français est une richesse dont

nous pouvons tirer partie (Dupuy, 2012, p. 23). Le double sens est restauré lorsqu'on prend conscience de la cohésion entre l'économie, comme système économique du marché auto-régulé et l'économie comme théorie Économique. Pour insister sur la consubstantialité de ces différents éléments, il est essentiel, pour les besoins de cette thèse, de former une abstraction supplémentaire, celle de l'Économie. L'Économie englobe à la fois le système économique du marché auto-régulé, toujours en construction, déconstruction et reconstruction suivant la conjoncture historique, et la théorie Économique en ce qu'elle exprime les pré-supposés de la société de marché et qu'elle transforme le système économique réel selon cette image. Pour compléter le concept, il faut y ajouter l'idéologie économique, ensemble des valeurs et des croyances associées au fonctionnement de l'économie moderne et plus généralement de la société moderne. Cet élément est resté relativement stable depuis au moins deux siècles et explique la cohésion de l'ensemble. J'entends montrer dans cette thèse l'unité profonde des trois éléments : le système économique du marché auto-régulé, l'idéologie économique et la théorie Économique. C'est cette unité qui validera *a posteriori* l'usage du concept d'Économie.

La difficulté de l'exercice que propose cette thèse vient de la difficulté à atteindre de manière directe la théorie Économique. En effet, la théorie Économique, élément de l'Économie, est une abstraction. Dans la réalité, il n'existe que des éléments de l'analyse économique. Il faut donc trouver un moyen d'appréhender la théorie Économique à travers l'analyse économique. Pour dénicher l'Économie dans l'analyse économique, une double stratégie s'offre. La première s'appuie sur les controverses. Les controverses permettent de révéler des failles dans les théories reconnues, des divergences d'interprétation, des oppositions de paradigme. Surtout dans une « science » comme l'économie qui ne connaît pas de régime normal, les controverses sont capitales. Beaucoup de propositions présentées comme des vérités intangibles sont en réalité extraordinairement controversées parmi les économistes. Je serai sensible aux effets de réputations, aux lieux d'écriture, et aux méthodes invoquées pour discerner la composante Économique de la controverse. La seconde stratégie s'appuie sur l'histoire de la pensée économique, histoire de l'analyse économique mais aussi histoire des idées. L'histoire permet de relativiser ce qui est présenté comme des vérités ou des erreurs éternelles ou établies. À une certaine époque, la vérité d'aujourd'hui, évidente pour les contemporains, était ignorée ou méprisée. L'histoire des idées économiques permet de retrouver les éléments qui ont présidé à la sélection des concepts et des méthodes. En retraçant l'histoire des idées, on peut comprendre comment certaines idées ont acquis le statu de vérités, alors qu'elles n'ont rien d'incontestable. C'est un moyen crucial pour retracer la construction de la théorie Économique.

Mon récit cherchera à montrer comment s'opère la sélection des idées. Les événements économiques extérieurs à la discipline jouent un rôle fondamental, en même temps que la compatibilité de ces idées avec les grands principes idéologiques, reliés aux croyances de l'ensemble du corps social. Les méthodes sont, elles, choisies pour des raisons diverses, en particulier du fait du fonctionnement du système académique, de sa reproduction spécifique et de son besoin de classer les économistes par aptitude. De la sorte, la sélection des idées économiques ne s'opère pas forcément selon la pertinence et la vérité ou en vertu du principe

de réalité, mais selon des rapports de force entre institutions, selon des modes correspondants à l'esprit d'une époque et selon, enfin, des demandes venues du corps social. On ne s'étonnera donc pas de trouver dans l'analyse économique néo-classique non pas un corpus d'outils permettant d'aborder des problèmes conceptuels, mais un ensemble disparate de concepts, de méthodes et d'outils, tenus en cohérence dans la théorie Économique par les exigences globales de l'idéologie économique. L'usage prépondérant de ces concepts comme base de la réflexion tient plus à la sédimentation historique et à la concrétion des rapports de force entre écoles de pensée qu'à la validation empirique, à la pertinence pratique ou au bien-fondé théorique. En même temps que l'influence constante de l'idéologie économique, qui constitue le biais systématique dans l'évolution de la théorie Économique, j'essaierai de montrer qu'il n'y avait nulle nécessité dans ces évolutions. C'est pourquoi je serai sensible aux autres écoles de l'analyse économique pour exhiber les potentialités non advenues. Il s'agit ici, tout en montrant la persistance d'une certaine essence de l'analyse économique, d'insister sur le processus de construction permanente de la théorie Économique, sans tomber dans le déterminisme historique.

Le lecteur aura donc compris que je fais un usage assez inhabituel de l'analyse économique. Je ne cherche pas forcément à séparer les idées vraies, véritables, qui comptent pour l'analyse économique, des erreurs qu'il conviendrait d'abandonner. Pour une large part, j'essaie de discerner dans les éléments de l'analyse économique, et en particulier dans les modèles, les représentations du monde qu'ils véhiculent. Je m'intéresse à l'ensemble de représentations et de croyances partagées. L'exercice est rendu d'autant plus difficile que je m'efforce de maintenir une double approche qui consiste à allier une lecture critique de la théorie Économique et des modèles, et un travail d'examen et d'amendement de ces mêmes modèles afin de leur permettre de saisir des aspects de la réalité aujourd'hui ignorés ou marginalisés. Sans doute, aurait-il fallu séparer ces deux exercices, de nature différente. Mais, au regard des conditions institutionnelles actuelles, l'inscription, au moins en partie, de cette étude à l'intérieur de la discipline économique était sans doute le prix à payer pour écrire cette thèse. Du reste, ce travail de l'intérieur n'est pas inutile pour la perception des enjeux de l'analyse économique, qui se pare du langage mathématique comme d'un gage d'objectivité et de scientificité. Les modèles mathématiques utilisés dans l'analyse économique d'aujourd'hui se travaillent comme les textes philosophiques des économistes du passé.

Mon propos se concentre pour l'essentiel sur la figure particulière du marché, qui fait le lien entre le système économique réel, l'idéologie économique et la théorie Économique, et est ainsi au cœur du concept d'Économie. Le lecteur aura remarqué que je n'ai pas utilisé le mot de *capitalisme*. Cette absence pourrait troubler. D'autres analyses pourraient placer les éléments que j'ai énoncés sous la bannière du capitalisme, sa logique de l'accumulation et son idéologie de l'illimitation. Je suis forcé de préciser les avantages d'une conceptualisation en termes de marché plutôt qu'en termes de capital. Les relations entre les deux entités sont de toute façon complexes et ne font pas l'objet d'un accord unanime entre les chercheurs. Fernand Braudel oppose par exemple marché et capitalisme, qu'il associe à la perversion du marché par des acteurs grands et puissants, proches

de l'Etat. Pour certains, le marché ne forme qu'un des moments du capitalisme. Pour d'autres encore, les deux sont indissolublement liés (Caillé, 2005).

L'avantage de s'attacher au marché par rapport au capital est le lien direct que l'on peut faire entre l'idéologie économique et la théorie Économique. L'élément idéologique de la société de marché paraît très spécifique et remarquablement constant au cours des deux derniers siècles. Au contraire, le capitalisme n'a pas de valeur et d'idées propres (Rosanvallon, 1979, chap. 9), il épouse l'idéologie de ses intérêts. Beaucoup d'observateurs ont souligné le caractère extrêmement malléable du capitalisme, sa capacité à se transformer sous la pression de ces contradictions pour toujours reproduire l'accumulation du capital. Les mutations du capitalisme entraînent aussi des changements de son idéologie, nécessaire pour enrôler les agents sociaux dans le processus d'accumulation du capital. Ces idéologies changent en fonction des besoins spécifiques de l'accumulation (Gerschenkron, 1952, p. 22-26, Gerschenkron, 1955, p. 183-187). Le processus de mutation de cette idéologie en France entre les années 1970 et 1990 a été analysé par Boltanski et Chiapello (1999). Les « esprits du capitalisme », c'est-à-dire les idéologies qui font participer les groupes sociaux, et en particulier les élites, à l'accumulation du capital, ne paraissent donc pas directement pertinents pour analyser les évolutions de la théorie économique. Cependant, ce que Louis Dumont appelle *idéologie économique* paraît assez proche de ce qu'on peut encore appeler « esprit du capitalisme », à condition de considérer ses traits les plus généraux, relativement constants : la rationalisation et l'harmonie des intérêts (Boltanski et Chiapello, 1999, p. 47-50). Certains des éléments de réflexion peuvent donc aussi s'appliquer à l'esprit du capitalisme en ce sens.

Si je préfère parler de marché, c'est aussi parce que nous sommes dans une période historique où la société de marché a connu un approfondissement inédit. Les systèmes économiques et politiques ont subi de profonds bouleversements, qui vont dans le sens d'une plus grande liberté consentie aux échanges et à l'initiative privée. La période actuelle, avec la construction depuis les années 1980 d'un grand marché mondial, revêt de manière troublante les mêmes caractéristiques que la période de la fin du XIX^e, qu'a analysée Polanyi (1944) et que l'on nomme aujourd'hui première mondialisation. Elle est aussi dominée par l'utopie du marché auto-régulateur. Si l'on souhaite mettre l'accent sur le capital, on caractérisera l'approfondissement de la société de marché de phase néo-libérale du capitalisme. Interpréter l'époque actuelle en termes de « phase » du capitalisme présente toutefois l'inconvénient de passer sous silence le fait que l'ère néo-libérale est en quelque sorte une construction systématique de la société de marché. Cette ère a donc des caractéristiques communes avec d'autres époques marquées également par la société de marché. En mettant l'accent sur l'idéologie économique, on parvient à identifier les éléments communs à toutes ces époques, mais en occultant les phases intermédiaires. Au contraire l'approche par les « esprits du capitalisme » montre les évolutions et peut rendre compte des différentes phases idéologiques. Mais elle doit alors expliquer pourquoi les esprits du capitalisme prennent périodiquement des formes similaires (alors que rien dans le caractère malléable du capitalisme ne le laisse supposer) et pourquoi certains « esprits du capitalisme », et en particulier celui de l'ère néo-libérale, semblent beaucoup plus proches de son esprit général que d'autres. N'ayant pas d'opi-

nion sur la meilleure façon d’approcher ces problèmes, je préfère m’en tenir à la notion d’idéologie économique et au marché, ce qui simplifie l’exposition des thèses présentées ici.

De plus, la notion de marché paraît plus efficace pour aborder la question climatique, dans la configuration historique présente, que la logique de l’accumulation du capital. Les rapports entre le marché, que j’associe volontiers à la modernité, et le capitalisme, que j’associe à l’accumulation du capital et à l’industrialisation, sont étudiés à deux reprises dans cette thèse. En 2.4.1 je m’interroge ainsi sur les différentes notions de croissance attachées à l’un et à l’autre de ces régimes. À la fin du chapitre 5, j’aborde également la question des rapports entre les transformations écologiques des sociétés modernes et le capitalisme. J’y examine les débats des années 1970, moment où les sociétés occidentales passent d’un capitalisme régulé par l’Etat à un capitalisme libéral. En attente de recherches aux conclusions plus tranchées sur l’opposition ou l’osmose entre capitalisme et marché, je suspends mon jugement sur cette question, et j’axe mon argumentation principale autour du marché et de la société de marché. L’écheveau est déjà suffisamment complexe à démêler si l’on s’en tient à cette seule approche.

Au-delà du cheminement personnel présenté au début de cette introduction, cette thèse entend apporter une contribution à deux débats contemporains : le débat sur la crise de la science économique et le débat sur la crise écologique.

Le diagnostic d’une crise de la science économique est récurrent. Il a été relancé avec vigueur par la crise financière de 2008. Celle-ci a révélé un état de faillite de la profession (Boyer, 2012 ; Galbraith, 2009 ; Guesnerie, 2013). Les économistes n’ont pas su prévoir la crise financière de 2008 ni ses conséquences. La prédiction étant un art difficile, cela ne saurait être le reproche principal. Le pire est que l’Économiste pensait qu’une crise était impossible. Les plus ardents défenseurs de la théorie Économique considéraient en effet que le fonctionnement du système économique était mieux compris que jamais. Les modèles avaient fait d’énormes progrès et permettaient de reproduire fidèlement la réalité. C’est donc au moment même où les économistes étaient le plus confiants dans leur savoir que la crise, événement impossible, est arrivée. Même s’ils n’avaient pas pu prévoir la crise, les modèles ont été utilisés pour étudier la sortie de crise. Ces modèles se sont révélés, là encore, incapables de fournir une évaluation correcte des enjeux.

Les défauts de la théorie Économique font toutefois aujourd’hui l’objet d’une meilleure compréhension. Il s’agit de présupposés épistémologiques, qui mettent l’accent sur la reproduction des données et la prévisibilité au détriment de l’interprétation des faits économiques, ou de la définition étroite de ce qui est scientifique, essentiellement la construction de modèles mathématiques. Indépendamment des questions de méthode, les hypothèses qui forment la base des modèles ont été violemment critiquées. Concernant le comportement des agents économiques, il était fait l’hypothèse de rationalité parfaite et d’anticipations rationnelles ; concernant le fonctionnement des systèmes économiques, les modèles supposaient que l’économie suivait la trajectoire d’un modèle d’équilibre général intertemporel. Le fonctionnement optimal d’une économie dans un système de

marché n'était plus une hypothèse à éprouver mais un axiome, à partir duquel les modèles devaient être construits. La crise a révélé les travers de ces dogmes.

Pour dépasser la crise de la discipline économique, l'institutionnaliste américain Geoffrey Hodgson (2009, p. 259) a recommandé l'approche suivante : « Pour comprendre la crise économique actuelle, il nous faut examiner à la fois l'histoire économique et l'histoire de la pensée économique. Pour comprendre de quelle manière et pourquoi la discipline économique s'est engagée dans la mauvaise direction, il nous faut porter attention aux travaux de philosophie de l'économie ainsi qu'à la relation entre économie et idéologie. Nous devons redonner une place centrale dans les programmes d'enseignement de l'économie à ces discours pourtant passés de mode et les réhabiliter en tant que travaux d'investigation absolument essentiels. » C'est la méthode de recherche que j'ai suivie dans cette thèse.

Le concept de théorie Économique permet justement de relier économie et idéologie, histoire de la pensée économique et impact social de l'économie. La théorie Économique a en effet apporté sa caution, au moins implicite, au mouvement de libéralisation des échanges, de dérégulation des marchés financiers et de financiarisation des rapports économiques. Le marché est, en effet, la figure qui permet, selon la théorie Économique, de réaliser au mieux l'allocation des ressources. Il assure l'efficacité du processus productif. Cette vision idyllique du fonctionnement du système économique, qui est aussi un projet de transformation sociale et que j'ai appelé l'Économie, a été quelque peu ébranlée par la crise financière de 2007. Cette crise, et ses conséquences, tant économiques que sociales, a bien sûr marqué mon travail. Elle a encouragé à aller au-delà des apparences que donne à voir l'analyse économique et à me livrer à un examen critique de la théorie Économique.

Mon étude de l'analyse économique conduit à préciser l'origine des défauts de conception diagnostiqués à l'occasion de la crise financière. Les concepts et les méthodes de la macro-économie utilisés aujourd'hui se mettent en place dans les années 1970, à la faveur de l'abandon du keynésianisme et de l'arrivée des nouveaux classiques. Ce point de bifurcation de l'analyse économique déploie ces effets aussi bien dans la compréhension de la crise financière que dans le réchauffement climatique. En étudiant précisément ce point de passage, je tente de comprendre plus précisément ce qui s'est joué à ce moment-là et de poser des jalons pour faire évoluer l'analyse économique. Dans le même temps, je montre que les supposés travers de la théorie Économique font également partie de son identité, qui est indissolublement liée à l'idéologie économique. Les défauts révélés par la crise financière ne sont donc pas simplement le témoignage d'erreurs intellectuelles, ils sont aussi l'expression de l'idéologie économique sur laquelle sont bâties les sociétés modernes.

Cette réflexion amène aussi à prendre position dans le débat sur les origines de la crise écologique. Une interprétation fréquente incrimine la révolution scientifique et le rapport objectal à la nature. L'École de Francfort, dans son moment américain, est un précurseur de cette lecture. Adorno et Horkheimer voyaient dans la raison instrumentale des Lumières une origine de la domination de la nature et de l'exploitation de l'homme. C'est finalement la pensée occidentale, en tant qu'elle est non-dialectique, qui est condamnée (Jay, 1989, chap. 8). On

peut également inscrire dans cette veine le débat sur la technique. Les éthiques de l'environnement (Larrère et Larrère, 1997; Larrère, 1997; Afeissa, 2007) au contraire mettent au centre de leurs problématiques l'anthropocentrisme de la société occidentale, anthropocentrisme dont serait responsable la révélation chrétienne qui aurait séparé l'Homme de la Nature (White Jr, 1967). Dans cette optique, le problème est soit d'étendre notre moralité pour y inclure les animaux et les écosystèmes, soit d'élaborer une éthique, sorte de guide de bonnes relations, qui n'ait pas l'impraticable rigidité d'une morale.

Ma thèse met au contraire au premier plan l'importance de l'économie dans les sociétés modernes comme facteur fondamental de la crise écologique. Le mode d'organisation particulier des sociétés modernes ne trouve sa stabilité que dans une croissance de la production matérielle obtenue par l'usage de ressources naturelles. Certes, cette caractéristique n'est pas la seule explication de la crise écologique contemporaine, et elle ne prétend pas rendre compte de toutes les destructions des milieux naturels, passées comme présentes. Certaines sociétés anciennes ont détruit leur environnement et d'autres ont réalisé une co-évolution pérenne. Mon propos est bien plus modeste. À partir de l'étude du changement climatique, j'essaie de montrer que l'organisation de la société moderne sur la base de l'harmonie naturelle des intérêts a conduit à l'utilisation de ressources énergétiques fossiles, à l'origine de l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère. Surtout je prouve que la croyance dans le marché comme figure naturelle de l'harmonisation des intérêts bloque les évolutions sociales qui permettraient de réduire les émissions de GES.

La place essentielle que j'accorde à l'économie dans la crise écologique est à la mesure de l'importance de l'Économie dans les sociétés modernes. L'Économie semble être toujours plus une catégorie dominante des sociétés occidentales. Il est difficile de trouver un domaine qui lui échappe. Le système d'incitations à l'action repose dans nos sociétés modernes sur l'économie : ce sont des motifs économiques qui nous poussent à utiliser la nature. Placer au centre de la crise écologique les conceptions morales ou l'esprit scientifique ne me paraît pas correspondre à notre monde, qui n'est pas régi par une moralité mais par les règles de l'économie. Surtout, c'est en termes économiques que sont évaluées nos actions. Les justifications économiques de l'action me paraissent déterminantes. L'Économie est devenue notre morale. Il est donc crucial de ne pas limiter l'étude aux systèmes économiques réels mais de l'élargir à la théorie Économique qui est la rationalisation de cette morale.

1.5 LE BUT DE LA RECHERCHE

En s'engageant à étudier l'unité de l'Économie, la congruence entre la théorie Économique, le système de marché auto-régulé et l'idéologie économique, ce travail aborde un terrain glissant, qui pourrait le conduire à se transformer en plateforme politique. Les précautions prises, d'une part en exposant les valeurs qui accompagnent la recherche, d'autre part, en forgeant le concept de théorie Économique, devraient circonscrire un tel risque. Cet écueil est de plus tenu à distance par l'absence de recommandations politiques. Or, l'imprégnation par les valeurs affecte d'autant plus les résultats que ceux-ci se rapprochent

des recommandations politiques. Si tant est que cela soit possible, énoncer des recommandations politiques de manière neutre demande une grande vigilance. L'Économie a, depuis ses origines, été tentée par le rôle de conseiller du Prince. L'objectif principal de l'Économiste est *in fine* de fournir des recommandations politiques. Comme nous l'a enseigné Myrdal (1930), ces recommandations politiques sont fondées sur des restes de philosophie du droit naturel, et ne résistent pas à une analyse qui ne reconnaît pas l'existence d'un bien commun hédoniste.

L'Économie donne l'image d'une unanimité là où se déroulent en réalité des conflits sociaux et politiques. Par sa vision unifiante, elle est une façon de conjurer la violence des rapports sociaux. Son appel à la naturalité des faits économiques masque les conflits que Machiavel avait mis au centre de la politique. Le discours scientifique de l'Économie, l'analyse économique, dégénère en politique économique. Par ses recommandations, l'Économiste se met au service des désirs de richesse et de pouvoir des agents économiques (Aglietta et Orléan, 1982, p. 131-140). Ce chemin est tentant pour l'Économiste car il se saisit là d'un levier d'influence sur le monde.

Il s'agit là d'un travers de l'analyse économique, travers originel car dès le départ, l'Économie a eu une visée politique, comme cela apparaîtra à la fin de la thèse (cf. chapitre 7). Renversant le reproche que Marx adressait aux philosophes, l'Économiste a, depuis les origines, cherché à transformer le monde plutôt qu'à le comprendre (Orléan, 2011, p. 322). Il faut renoncer à cette prétention.

Si le monde doit être changé, il revient aux mouvements sociaux de le faire. Le chercheur en sciences sociales n'a pas à imposer ses propres valeurs par le biais de ses recommandations politiques. Quant à moi, j'ai énoncé clairement les valeurs qui accompagnent cette recherche. Ces valeurs sont des préoccupations diffuses et ne correspondent pas à l'intérêt d'un groupe social spécifique pour sa conquête du pouvoir. Sur ce point, la cause écologique n'a pas encore trouvé le Sujet de son histoire (il serait absurde de considérer comme tel les partis politiques écologistes).

Cette thèse ne plaide donc pas pour des recommandations politiques. Elle se contente d'un travail descriptif et analytique. Je décris l'évolution des idées économiques et j'analyse le fonctionnement de la modélisation économique. Je montre comment la réception et l'interprétation de l'analyse économique est influencée par l'Économie. J'espère ainsi être arrivé à des résultats, qui sans être neutres ou purement positifs, peuvent néanmoins être livrés à la discussion rationnelle. Mon but est de faire réfléchir sur des catégories de pensée qui paraissent évidentes à l'intérieur de notre système social. Elles forment notre univers mental et la façon d'aborder la question du changement climatique. La fonction de ma recherche est donc essentiellement critique. Elle tente de dénaturaliser les concepts et d'ouvrir des perspectives en dehors des sentiers battus.

Cette réflexion a donc pour ambition de fournir des outils de compréhension des dégradations écologiques, et en premier lieu du changement climatique. Mon propos se déroulera dorénavant dans deux directions. D'une part, j'examinerai les concepts économiques mobilisés pour appréhender le changement climatique. Cet état des lieux révélera un ensemble de concepts dont l'interprétation est pré-emptée par l'idéologie économique. Je tenterai de proposer des pistes pour sortir de ce cercle interprétatif. Il faut inventer d'autres façons de faire de l'analyse éco-

nomique, qui refusent les tentations économicistes et autorisent le dialogue avec des savoirs issus des sciences naturelles, des sciences de la société et des disciplines techniques. D'autre part, je m'interrogerai sur les résistances qu'opposent les sociétés occidentales aux politiques climatiques. Les sociétés occidentales sont singulières par leur mode d'organisation sociale, qui explique le dynamisme de ces sociétés et l'usage systématique des ressources disponibles. Ce mode d'organisation correspond à une certaine morale et à un projet politique profondément associés à l'idéologie économique. Les politiques climatiques entrent en confrontation directe avec l'idéologie économique. Cerner l'idéologie économique et son rôle dans les sociétés occidentales est donc crucial pour comprendre les obstacles que rencontrent les politiques climatiques.

La thèse est organisée comme suit. Dans cette présentation succincte et schématique, j'ai insisté sur ce qui peut être considéré comme les contributions majeures de chacun des chapitres.

Le chapitre 1 s'intéresse à un article récent présentant un modèle de croissance et de transition énergétique. Nous procédons à son évaluation, en considérant la représentation du changement technique, le module climatique et les résultats de politique économique. Outre ce travail d'évaluation et de critique, nous procédons à une analyse nouvelle des liens entre la structure mathématique d'un modèle, les mots employés pour le décrire et ses résultats numériques. Cette analyse débouche sur une nouvelle interprétation des micro-fondations. Nous réfléchissons enfin à la place des mathématiques dans la théorie Économique.

Le chapitre 2 est consacré à la question de l'énergie. Il retrace les conceptions qu'ont eues les économistes du rôle des ressources et de l'énergie dans la croissance, depuis la fin du XVIII^e siècle. À partir des travaux de Jevons et des réactions des économistes au rapport du Club de Rome, il montre la « dématérialisation » progressive de la théorie Économique, et essaie d'en expliquer les causes. Cette manière de traiter l'histoire de l'analyse économique est nouvelle. Le chapitre contient également une mise en perspective des résultats obtenus par les économistes et les historiens sur l'importance de l'énergie dans la révolution industrielle.

À partir de la controverse des deux Cambridge et de la littérature sur l'agrégation, le chapitre 3 effectue une mise au point sur la fonction de production, outil principal avec lequel l'Économiste appréhende les réalités techniques. Un effort conséquent a été fait pour présenter les arguments parfois abstrus de manière pédagogique. Nous insistons sur les enjeux que pose cette controverse pour la modélisation des systèmes techniques. La principale nouveauté est de relier l'oubli de la controverse et les évolutions de la macro-économie dans le tournant des nouveaux classiques.

Le chapitre 4 examine à partir des travaux de Nordhaus comment la théorie Économique a considéré le changement climatique. La reconstitution de la trajectoire de Nordhaus apporte un élément nouveau à l'appui de la thèse de la « dématérialisation » de la théorie Économique. Pour être plus conventionnels, les travaux à partir du modèle RESPONSE, qui visent à mettre en perspective les résultats de l'analyse économique, n'en sont pas moins inédits. Sans être complètement novateur, le traitement du taux d'actualisation et de la fonction de dommages s'inscrit dans notre réflexion sur la réalité des outils de l'Économiste

et sur les biais qu'ils introduisent. Nous montrons également l'imaginaire qui habite les travaux de théorie Économique sur le changement climatique.

Le chapitre 5 est consacré à la perception du changement climatique dans les sociétés de marché. Il analyse les conditions de possibilité d'un débat public. Il s'intéresse aux motivations des climato-sceptiques. Il montre l'existence d'un blocage paralysant et en étudie les mécanismes, notamment rhétoriques. Il replace enfin cette opposition dans une perspective historique, en montrant comment les évolutions idéologiques ont abouti à la situation actuelle de blocage.

Le chapitre 6 fait un retour sur la méthode de la théorie Économique, et ses évolutions en particulier à partir du tournant marginaliste. Il examine ensuite les concepts centraux d'*homo œconomicus* et de marché. Ce ne sont pas des réalités intemporelles et universelles, mais au contraire des constructions sociales spécifiques, propres à la société de marché. Un certain nombre de dispositifs permettant le déploiement de ces concepts sont étudiés, en particulier les conditions institutionnelles de la marchandisation. La dernière partie relit l'avènement du marché carbone dans cette perspective. L'existence du marché carbone repose sur des dispositifs spécifiques de mise en équivalence. La nouveauté de cette partie est de montrer à la fois comment la théorie Économique oublie ces conditions institutionnelles en même temps qu'elle sert d'horizon de référence pour déterminer le sens des constructions issues des négociations internationales.

Le chapitre 7 est consacré à l'invention des sociétés de marché. Il tente de cerner les raisons historiques de la place prépondérante de l'Économie. Cette période est importante pour les fondements idéologiques de la théorie Économique. Certaines évolutions de la théorie Économique depuis l'après-guerre sont revues à l'aune de l'élément idéologique que contient la théorie Économique. Cette histoire constitue une nouveauté et plaide en faveur de la pertinence du concept de théorie Économique, et par là même d'Économie.

Une autre planète : le modèle AABH

Mais la langue ne se contente pas de poétiser et de penser à ma place, elle dirige aussi mes sentiments, elle régit tout mon être moral d'autant plus naturellement que je m'en remets inconsciemment à elle. Et qu'arrive-t-il si cette langue cultivée est constituée d'éléments toxiques ou si l'on en a fait le vecteur de substances toxiques ? Les mots peuvent être comme de minuscules doses d'arsenic : on les avale sans y prendre garde, elles semblent ne faire aucun effet, et voilà qu'après quelque temps l'effet toxique se fait sentir.

LTI

Victor Klemperer (1996, p. 38)

LE PRÉSENT CHAPITRE dissèque un modèle de croissance endogène appliqué à la préconisation de politiques économiques pour limiter le changement climatique. Notre étude doit être située dans un contexte intellectuel : d'une part, un divorce entre les études économiques thématiques, à fort contenu empirique (on pourrait parler d'économie appliquée) et celles de l'économie généraliste (ou encore théorique) ; d'autre part, un usage politique des études économiques.

Les études économiques sur le changement climatique se sont développées, pour une large part, en marge de la théorie économique. La communauté des études sur le changement climatique s'est structurée autour des spécialistes du climat. Elle rassemble surtout des scientifiques venus des sciences naturelles et des ingénieurs. Les économistes qui se sont rattachés à cette communauté ont été des économistes de l'énergie, marqués par les études empiriques et issus souvent de formation proche des sciences physiques ou de l'ingénierie.

Les lieux de débat sont plutôt des revues comme *Energy Policy* ou *Energy Economics*, spécialisées sur un sous-champ de l'analyse économique, par exemple l'économie de l'énergie, des revues qui rassemblent plusieurs disciplines autour du changement climatique, comme *Climatic change* ou *Climate Policy*, ou des revues comme *Nature* ou *Science*, revues généralistes mais tournées vers les sciences de la nature. Les revues généralistes en économie sont, à quelques exceptions près, en dehors des arènes de discussion du problème climatique.

L'article d'[Acemoglu et al. \(2012\)](#) est, lui, paru dans l'*American Economic Review*, sans doute la plus prestigieuse revue d'économie généraliste. Parmi les quatre auteurs (ci-après AABH), on trouve deux économistes célèbres, Daron Acemoglu et Philippe Aghion.

Les ambitions de l'article sont très élevées, puisqu'il s'agit d'établir « a systematic framework for the analysis of the impact of different types of environmental regulations on the direction of technical change ». Selon les auteurs, les autres analyses existantes¹ se restreignent à un cadre d'analyse de progrès technique exogène.

L'article qui construit très peu sur la littérature antérieure des cercles spécialisés prétend apporter une contribution majeure à l'étude des politiques climatiques. Pourtant, la principale conclusion substantielle avancée, qu'une subvention à la recherche et développement diminue le coût d'une transition vers des équipements bas carbone, semble absolument évidente et bien connue depuis longtemps. Les objectifs de l'article ne sont pas pour autant spéculatifs, le but n'est pas d'explorer les propriétés d'un monde virtuel mais de formuler des principes de compréhension d'une situation réelle. Cette recherche, dont la publication de l'article est l'aboutissement scientifique, se traduit également par des recommandations politiques. Deux des auteurs rédigent une note pour un groupe de réflexion européen connu, le centre Bruegel, qui se recommande de leurs travaux scientifiques pour promouvoir la recherche et développement dans les énergies propres ([Aghion et al., 2009](#)).

L'article d'[Acemoglu et al. \(2012\)](#) apparaît donc d'emblée pertinent sur un plan politique. Du fait de la notoriété de ses auteurs et du prestige de la revue, son message est relayé abondamment². Il oriente le discours politique. L'article acquiert donc rapidement un statut supérieur, celui d'un repère. Construit selon les canons de la science économique orthodoxe, écrit par des chercheurs de grandes universités américaines, publié dans une des plus prestigieuses revues de sciences économiques, poursuivant de hautes ambitions, provoquant des résonances politiques, il a toutes les caractéristiques d'un représentant de choix de la théorie Économique.

À travers ce cas emblématique, on peut apprécier les difficultés de positionnement scientifique de la théorie Économique. D'une part, l'article se situe relativement hors du circuit habituel du débat autour des questions climatiques, il n'a donc pas été soumis à une critique informée ; d'autre part, l'article ne mène aucune étude empirique et ne s'intéresse à aucun détail pratique. Sous la forme d'un commentaire soumis à l'*AER*, nous avons nous-même critiqué la pertinence empirique de ce modèle et les extrapolations hasardeuses que constituent les leçons politiques de l'article. Nos remarques ont été jugées hors sujet.

Ce rejet de toute considération de réalisme soulève plusieurs questions. D'un côté, la justification sociale de l'analyse économique reste la solution de problèmes spécifiques. Les recherches d'[Acemoglu et al. \(2012\)](#) s'inscrivent dans

1. L'évolution des versions permet de rendre compte du divorce entre le champ généraliste et les champs spécialisés. Dans les premières versions, quasiment aucun article issu des revues spécialisées n'est cité. On en trouve quelques-uns dans la version finale. Sur le fond cependant, l'article n'a pas changé.

2. La version de travail de l'article est par exemple citée dans le rapport [Tirole \(2009\)](#) sur la nouvelle architecture de la politique climatique.

cette ligne puisqu'elles débouchent sur des préconisations de politique économique. Leur modèle et les simulations sont ainsi utilisés dans les travaux par la fondation Bruegel, centre de réflexion actif auprès des institutions européennes (Aghion et al., 2009 ; Aghion et Veugelers, 2009). D'un autre côté, l'argumentation scientifique ne porte aucunement sur les aspects empiriques, qui sont considérés comme accessoires. Ce divorce entre la visée d'une pertinence empirique et une méthode purement abstraite invite à poser plusieurs questions : comment une telle déconnexion entre la réalité du monde et la théorie scientifique est-elle possible ? comment la théorie parvient-elle à court-circuiter les exigences de réalisme ? une méthode qui repose sur l'abstraction désincarnée peut-elle contribuer à une connaissance du réel ? quel est le prix à payer pour ce dédain des considérations empiriques ?

Nous allons étudier en profondeur l'article d'Acemoglu et al. (2012) avec son modèle pour montrer d'abord l'absence d'éléments empiriques et répondre aux questions posées. Comme nous l'avons expliqué en introduction, il s'agit d'un exemple choisi parmi d'autres possibles. À partir de ce cas particulier, que nous considérons comme représentatif, nous souhaitons pénétrer dans le fonctionnement de la théorie Économique. L'étude de ce cas particulier vaut surtout pour les tendances générales, applicables à d'autres cas, mises en évidence. Les observations faites localement ont une portée globale.

Nos objectifs sont donc multiples. En premier lieu, nous cherchons à exposer comment la théorie Économique contemporaine se saisit de la question du changement climatique. Nous réfléchissons également au type de savoir apporté par la théorie Économique. Au regard des ambitions affichées de l'article, il s'agit de cerner le contenu substantiel de ce type d'exercice. Nous nous heurtons aux faiblesses et aux apories de la modélisation économique, ce qui permet d'aborder quelques problèmes épistémologiques. Enfin, nous tentons de dégager des représentations courantes dans la théorie Économique et de montrer comment un modèle « objectif » les véhicule par des présupposés implicites.

Ce chapitre est organisé de la manière suivante³. Nous étudions d'abord la modélisation de la croissance dans le modèle AABH, puis la représentation de l'environnement et son application au changement climatique. Enfin, nous tirons des enseignements des simulations numériques de ce modèle. Ces trois angles d'approche font voir à l'œuvre les problèmes épistémologiques auxquels est confrontée la théorie Économique. Nous concluons par une appréciation critique de la place des modèles et plus largement des mathématiques en économie.

1.1 LE MOTEUR DE CROISSANCE DU MODÈLE AABH

Le modèle AABH se présente comme un modèle dynamique en temps discret. Il s'inscrit dans la tradition des modèles de croissance schumpéterienne, à la mode depuis la contribution initiatrice d'Aghion et Howitt (1992). Dans le modèle néo-classique canonique, issu de la contribution de Solow (1956), la croissance reposait en dernière instance sur un progrès technique exogène, complètement dissocié des variables économiques. À partir des années 1980, des nouveaux

3. Des parties de ce chapitre ont déjà été publiées (Pottier et al., 2014). Cela concerne surtout les sections 1.2.3, 1.3.1, 1.3.2 et 1.3.3.

modèles parviennent à faire de la croissance une variable endogène, dépendant des autres variables économiques. Ces modèles cherchent à rendre compte économiquement du progrès technique, que ce soit sous la forme d'externalité de l'accumulation du capital, de diversification des produits, ou des progrès des techniques de production. Les modèles dits schumpéteriens⁴ présentent la croissance comme venant d'un secteur de recherche, aux caractéristiques plus ou moins endogènes. Suivant les règles de la modélisation macro-économique en vigueur depuis⁵ la critique de Lucas (1976), ces modèles sont, contrairement au modèle de Solow, micro-fondés : ils reposent sur le comportement optimisateur d'entités micro-économiques.

Examinons les briques élémentaires qui composent le modèle AABH.

Un consommateur final a une fonction d'utilité $u(C, S)$ dépendant de la consommation d'un bien final C et de la qualité de l'environnement S . Le bien final est produit par un producteur final en situation concurrentielle (techniquement : un producteur preneur de prix). Les deux intrants j de la production, un bien intermédiaire « sale » $j = d$ et un bien intermédiaire « propre » $j = c$, sont combinés au travers d'une fonction de production à élasticité de substitution constante (CES).

$$Y = (Y_c^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + Y_d^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}})^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (1.1)$$

Le bien intermédiaire j est produit, de manière concurrentielle, à partir de travail L_j et d'un continuum de « machines » i , ayant chacune une productivité A_{ji} .

$$Y_j = L_j^{1-\alpha} \int A_{ji}^{1-\alpha} x_{ji}^{\alpha} di \quad (1.2)$$

Les « machines » i ont une identité économique qui s'écarte de l'expérience commune : elles ne s'apparentent pas à un stock de capital installé puisqu'elles sont détruites et recrées au cours du processus de production. Le producteur du bien intermédiaire j doit donc à chaque période les renouveler. Chacune des « machines » i est produite par un monopole. À partir de consommations intermédiaires de bien final, le producteur-monopoliste produit une quantité proportionnelle de machines, qui auront une productivité A_{ji} dans la production du bien intermédiaire j . Le monopole permet au producteur d'obtenir une rente⁶, proportionnée à la productivité A_{ji} .

L'hypothèse de production en monopole au niveau seulement des machines, et non de la production finale ou des productions intermédiaires, est arbitraire. Elle n'est là que pour permettre la création d'une rente dépendante de la productivité. De manière classique dans les modèles dits schumpéteriens, cette rente

4. Nous discuterons plus loin du caractère de la fidélité de ces modèles aux grandes thèses de Schumpeter, cf. 1.4.3.

5. Nous analyserons ce tournant de la théorie économique plus en détail au 3.4.3.

6. Rappelons que dans une situation concurrentielle, avec des fonctions de production sans rendement d'échelle (homogène de degré 1), la rémunération des facteurs à leur productivité marginale épuise le produit (c'est l'interprétation économique du théorème d'Euler). Il n'y a donc pas de rente dans cette situation. L'introduction de rentes à ce niveau est un élément décisif pour la construction des modèles de croissance endogène.

permet d'introduire une activité de recherche conduite par des agents maximisant leur profit. La recherche entraînera une modification des productivités pour la période suivante.

1.1.1 La micro-fondation de la dynamique : la fable des chercheurs

Les productivités des machines évoluent suivant une activité de recherche conduite par des chercheurs. La micro-fondation par la recherche est donc à la base de la dynamique du modèle.

La fable⁷ se raconte ainsi. Au début de chaque période, les connaissances de la période précédente sont publiques. Des chercheurs, venus d'un endroit indéterminé, peuvent innover à l'aide de ces connaissances. Si un chercheur fait une innovation concernant une « machine » grâce à ce stock de connaissance, il a droit à un monopole sur la production de machines utilisant cette innovation. Le chercheur se rémunère grâce au monopole (assimilable à un brevet) sur la vente de ses machines innovantes. Dans le modèle AABH, le chercheur fait une innovation sur la machine i avec une probabilité η , son innovation accroît, à proportion de γ , la productivité de la machine A_{ji} sur laquelle il innove. Le chercheur doit alors décider s'il innove dans le secteur sale ou propre. En fonction des profits qu'il peut espérer dans chacun de ces secteurs, il se dirigera dans le secteur le plus profitable. Le chercheur détermine son secteur d'activité uniquement en fonction du profit qu'il peut y espérer. En dépit de son savoir et son expérience qui devraient le porter vers le secteur qu'il connaît le mieux, il est sans attache. Il peut passer sans problème d'un secteur à l'autre, comme un rentier peut vendre et acheter des actions.

Le profit qu'il peut obtenir, en cas de succès, dans le secteur j s'écrit, selon AABH :

$$\Pi_j = \eta_j \int_0^1 (1 - \alpha) \alpha p_{jt}^{\frac{1}{1-\alpha}} L_{jt} (1 + \gamma) A_{jit-1} di \quad (1.3)$$

La quantité représente le profit espéré du chercheur, moyenné pour toutes les machines du secteur j . Cette écriture signifie donc que le chercheur effectue son innovation aléatoirement sur une des machines du secteur choisi. Autrement dit, le chercheur ne choisit que le secteur dans lequel il va innover, mais non la machine spécifique i sur laquelle va porter son amélioration. Cette hypothèse n'est pas explicitement formulée par AABH, elle n'apparaît qu'avec l'écriture mathématique du profit.

On pourrait tout aussi bien supposer que le chercheur choisit aussi une certaine machine, de sorte que son profit espéré ne serait plus moyenné sur l'ensemble du secteur. Ainsi le chercheur devrait choisir non seulement le secteur j dans lequel il innove mais également la machine i spécifique dont il cherche à améliorer la productivité. Il aurait ainsi à arbitrer entre les profits que lui apporte l'innovation sur la machine (comme le gain est proportionnel à la productivité, il aurait tendance à choisir celle qui est déjà la plus rentable) mais devrait également envisager la possibilité de se faire doubler par d'autres chercheurs ayant choisi la

7. Dans les années 1960, c'est ainsi que l'on appelait les histoires autour des modèles. Edmund Phelps (1961) avait sous-titré son article sur la règle d'or de l'accumulation : « a fable for growth-men ».

même machine que lui comme base de leur innovation. Le modèle devrait alors spécifier comment les profits se répartissent en cas de conflit entre différents chercheurs sur la priorité d'une innovation, puis devrait s'intéresser à la situation de jeux stratégiques où un chercheur doit choisir son secteur et sa machine, en fonction des choix des autres chercheurs. On pourrait alors caractériser les équilibres de Nash de ce jeu.

Au lieu de cette micro-fondation des décisions de recherche, le processus de choix de la machine s'effectue de manière aléatoire dans le modèle AABH. Il s'agit là d'une hypothèse foncièrement *ad hoc*, car rien ne permet de dire par quel processus cette attribution aléatoire des machines est effectuée. La formulation d'AABH suppose donc que les chercheurs se trouvent placés derrière un voile d'ignorance qui les empêche de connaître la productivité de la machine sur laquelle ils innoveront. Au regard du cadre analytique d'AABH, qui suppose connaissance parfaite et capacité de calcul, cette situation est paradoxale : les chercheurs, qui savent parfaitement calculer les profits espérés sur l'ensemble du secteur, ne sont pas capables d'identifier la machine spécifique sur laquelle portent leurs efforts d'amélioration.

L'autre supposition implicite dans l'équation (1.3) est que le chercheur obtient un profit uniquement en cas de succès (d'où un seul terme proportionnel à la probabilité η de succès). Peut-être a-t-il un profit nul dans le cas où il ne parvient pas à innover. Mais si un profit nul se traduit par un revenu nul, c'est la mort assurée du chercheur à la fin de la période. Peut-être obtient-il une compensation de survie en cas d'insuccès. De toute façon, on ne sait pas quelles sont les autres possibilités offertes au chercheur, ce qui signale le caractère incomplet du modèle (cf. 1.3.3). Dans une description explicite des choix offerts au chercheur, celui-ci maximiserait son utilité en pondérant les profits en cas de succès, leur absence en cas d'insuccès, et un autre emploi offrant un revenu moins incertain que la recherche. Dans ce cas, les résultats pourraient dépendre de l'aversion au risque du chercheur. Cela permettrait de prendre en compte de manière plus approfondie l'incertitude inhérente au processus d'innovation. L'équation de profit serait alors nettement plus compliquée, et donc aussi la condition d'arbitrage entre les secteurs de recherche.

La micro-fondation de la recherche dans le modèle AABH est donc extrêmement stylisée. Nelson et Winter (1982, p. 201-202) critiquaient les anciens modèles de croissance. Ils se contentaient d'une représentation exogène du progrès technique et ne pouvaient pas prendre en compte les caractéristiques du processus d'innovation :

The graft assumes that "inventing" or "doing R&D" is an activity whose outcome can be predicted in advance in fine detail. In effect, there is no difference in the amended theory between moving along the production function by increasing one kind of capital (plant and equipment) through physical investment, and "pushing outward" the production function by increasing another form of capital (knowledge?) through investing in R&D. Both kinds of investment are explained by the same behavioral model. The distinction between innovation and routine operation is totally repressed.

It is repressed at the level of description of the activities involved. There is no room in the neo-classical formulation for non-trivial uncertainty, or for differences of opinion regarding what will work best, or for recognition of the fact that the set of innovation alternatives is shrouded in fundamental ambiguity.

Les modèles schumpéteriens dans la veine d'Aghion et Howitt (1992) ambitionnaient de représenter la recherche de manière explicite, et la micro-fondation pourrait incorporer des aspects véritables du processus de recherche. Mais, nous avons vu qu'elle restait au contraire à un niveau très épuré. Même si nous avons envisagé des représentations plus complexes du processus de recherche, il n'y a pas d'argument pour trancher en faveur de ces autres micro-fondations. Les entités apparaissant dans les équations AABH sont tellement abstraites qu'elles ne peuvent être reliées à rien de concret. En particulier, l'équivalent réel de la « machine » AABH est extrêmement flou, tout comme la productivité de la machine que le chercheur multiplierait par un facteur constant grâce à son innovation. Les concepts ne renvoient à rien de tangible qui pourraient mimer un processus réel.

L'adéquation des processus économiques à la réalité ne peut donc pas nous guider dans le choix des hypothèses et des formulations. En revanche, le choix d'AABH est nécessaire pour conserver des équations simples et esthétiques. En effet, grâce à l'utilisation de l'espérance du profit sur tout le secteur, le profit espéré du chercheur ne dépend plus de l'ensemble des productivités des machines du secteur de recherche, mais seulement de la productivité moyenne de ce secteur $A_j = \int A_{ji} di$. C'est finalement cette productivité moyenne, assimilable à un stock de connaissance qui s'apparente à un capital. Les hypothèses implicites d'AABH dans la micro-fondation du processus de recherche sont donc un ingrédient essentiel pour réduire la diversité de la situation micro-économique à une seule variable macro-économique.

Avec la formulation, *ad hoc* sur bien des points, adoptée par AABH, la condition d'arbitrage ne dépend que des paramètres globaux de chaque secteur et non des détails du continuum de machines. Elle s'écrit en effet :

$$\frac{\Pi_{ct}}{\Pi_{dt}} = \frac{\eta_c}{\eta_d} \times \left(\frac{p_{ct}}{p_{dt}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \times \frac{L_{ct}}{L_{dt}} \times \frac{A_{ct-1}}{A_{dt-1}} \quad (1.4)$$

Le tour de force du modèle AABH est donc de réduire le comportement de production au jeu de deux variables de productivité globale, une par secteur, à partir desquelles toutes les quantités du système productif peuvent s'exprimer. En fin de compte, les hypothèses sont choisies de manière à assurer une simplification des expressions. Le but n'est donc pas de modéliser un processus réel mais d'aboutir à des expressions mathématiques accommodantes, simples à écrire et agréables à regarder. Du point de vue de l'analyse économique académique, la micro-fondation d'AABH est la bonne, car elle s'efface complètement au niveau macro-économique. Elle conduit à des relations agrégées très simples que l'on peut considérer comme des abstractions utiles. Mais le sens de l'exercice de modélisation économique est alors profondément modifié car la micro-fondation n'y joue plus aucun rôle.

Les productions dans chacun des secteurs ne dépendent que des productivités moyennes dans les secteurs sale A_d et propre A_c . Elles s'écrivent⁸ :

$$\begin{aligned} Y_c &= (A_c^\varphi + A_d^\varphi)^{-\frac{\alpha+\varphi}{\varphi}} \cdot A_c^{\alpha+\varphi} \cdot A_d^{\alpha+\varphi} \\ Y_d &= (A_c^\varphi + A_d^\varphi)^{-\frac{\alpha+\varphi}{\varphi}} \cdot A_c^{\alpha+\varphi} \cdot A_d^{\alpha+\varphi} \\ Y &= (A_c^\varphi + A_d^\varphi)^{-\frac{1}{\varphi}} \cdot A_c^{\alpha+\varphi} \cdot A_d^{\alpha+\varphi} \end{aligned} \quad (1.5)$$

L'évolution dynamique des productivités moyennes est régie par une équation dépendant d'une seule variable $s = s_{ct}$ représentant la part de chercheurs dans le secteur propre.

$$A_{jt} = (1 + \gamma\eta_j s_{jt}) A_{jt-1} \quad (1.6)$$

Cette variable s est elle-même contrôlée par la relation d'arbitrage entre les deux secteurs, qui s'écrit :

$$\frac{\Pi_{ct}}{\Pi_{dt}} = \frac{\eta_c}{\eta_d} \left(\frac{1 + \gamma\eta_c s_{ct}}{1 + \gamma\eta_d s_{dt}} \right)^{-\varphi-1} \left(\frac{A_{ct-1}}{A_{dt-1}} \right)^{-\varphi} \quad (1.7)$$

Les chercheurs choisissent en effet, à l'équilibre, un secteur tel que le choix de l'autre secteur ne leur procure pas une espérance de gain supérieure. Il y a donc absence d'opportunité d'arbitrage puisque le déplacement d'un chercheur vers un autre secteur lui procure une espérance de profit au mieux égale à celle qu'il obtient dans le premier secteur. Cette relation permet donc de calculer l'allocation des chercheurs à travers les secteurs. En se souvenant que $s_{ct} + s_{dt} = 1$, on obtient une fonction $f(s)$, où, pour alléger les notations, s_{ct} est noté s . Plusieurs cas sont à distinguer selon le signe de $\varphi + 1$ (Acemoglu et al., 2012, A.2).

1. lorsque $\varphi + 1 > 0$, la fonction f est décroissante en s , c'est-à-dire que le profit espéré d'un chercheur décroît dans un secteur quand le nombre de chercheurs dans ce secteur croît. Autrement dit, il y a un équilibre qui s'effectue naturellement entre les deux secteurs. L'équilibre de laissez-faire est atteint lorsque $f(s) = 1$, si un tel s existe. Si $f(1) > 1$, alors $s = 1$ est un équilibre (tous les chercheurs cherchent dans le secteur propre); si $f(0) < 1$, alors $s = 0$ est un équilibre (tous les chercheurs cherchent dans le secteur sale).
2. lorsque $\varphi + 1 < 0$, la fonction f est alors croissante en s , c'est-à-dire que le profit espéré croît dans un secteur quand le nombre de chercheurs y croît. Dans ce cas, la recherche connaît des rendements croissants. Le mécanisme est le suivant : si plus de chercheurs cherchent dans le secteur, le secteur sera plus productif, il sera plus demandé (on est dans un cas de substitution forte entre les produits), et donc la rentabilité de la recherche s'améliore, ce qui attire plus de chercheurs.

Les seuls équilibres stables possibles sont $s = 0$ ou $s = 1$. Si $f(0) > 1$, alors $s = 1$ est le seul équilibre; si $f(1) < 1$, alors $s = 0$ est le seul équilibre; si $f(0) < 1 < f(1)$, alors $s = 0$ et $s = 1$ sont les deux équilibres stables, le s^* pour lequel $f(s^*) = 1$ est un équilibre instable.

8. Par commodité d'écriture, on a posé $\varphi = (1 - \varepsilon)(1 - \alpha)$.

Dans la dernière situation, il y a un problème de coordination globale : si tous les chercheurs décident au même moment dans quel secteur ils doivent chercher, ils ne savent lequel choisir. Des chercheurs sans attaches, passant librement d'un secteur à un autre, sont alors pris dans un piège de dépendance spéculaire : le choix d'un secteur s'effectue par rapport aux anticipations des autres qui dépendent les uns des autres dans une régression infinie. Ce modèle élémentaire achoppe lui aussi sur le problème de sélection des équilibres, une des limites connues de l'approche néo-classique. Une façon de résoudre cette question est d'avoir une approche par les conventions (Orléan, 2004). L'inertie historique est un exemple de convention : les chercheurs restent dans le secteur où ils se trouvaient. Cela est implicitement supposé dans le modèle AABH, en porte-à-faux avec l'hypothèse de rationalité pure et simple attribuée aux chercheurs.

Dans une sorte de péché par omission, le problème de sélection des équilibres a été oublié par AABH. Cela est heureux pour eux car l'existence d'un équilibre instable séparant deux équilibres stables met à mal un résultat que l'économiste aime bien prouver, celui de décentralisation de l'optimum social (Acemoglu et al., 2012, proposition 5). En effet, le calcul de l'optimum social, par un planificateur bienveillant qui internalise les externalités négatives du secteur sale, fait apparaître, dans certains cas, que la recherche optimale est répartie entre les secteurs. Autrement dit, dans le cas $\varphi + 1 < 0$, le point s optimal est parfois intérieur : il correspond donc à un équilibre instable.

AABH disent pouvoir décentraliser l'optimum social sur cet équilibre instable par le biais d'une subvention correctement calibrée. Ils ne détaillent pas le processus dynamique d'allocation des chercheurs entre les secteurs. Mais on peut supposer que la dynamique, comme toujours dans ce genre de cas, est implicitement un tâtonnement : partant d'une situation de non-équilibre, les profits espérés sont différents à travers les secteurs, les chercheurs migrent donc vers le secteur où les profits sont plus élevés, ce qui rééquilibre les profits. Et l'on converge finalement vers l'équilibre... Mais il est impossible d'atteindre par tâtonnement un équilibre instable. Au lieu de laisser les chercheurs se guider par les prix, la seule solution est de les placer directement dans les secteurs dans des proportions qui s'accordent avec l'équilibre instable. La quantité de chercheurs dans chaque secteur doit être la bonne du premier coup : seul le planificateur peut assurer une telle allocation par les quantités. La décentralisation est impossible.

Quoi qu'il en soit des nombreuses incohérences ou insuffisances de la micro-fondation, une fois obtenue l'allocation de la recherche, la micro-fondation avec le continuum de machines peut alors disparaître. Des formulations bien choisies, que nous avons discutées, rendent le fonctionnement général indépendant des spécifications au niveau micro-économique : grâce à des hypothèses *ad hoc*, la relation d'arbitrage micro-économique ne dépend que des variables macro-économiques.

En fait, la micro-fondation intervient uniquement par la persistance dans les équations dynamiques du produit de deux micro-variables γ_j (le saut de productivité dû à une innovation) et η_j (la probabilité de succès du chercheur). Le produit de ces deux variables micro-économiques donne le taux de croissance potentiel de chaque secteur, variable macro-économique. La logique de la micro-

fondation voudrait que l'on parte des valeurs micros pour déterminer les valeurs macros. Or les micro-variables ne sont pas mesurables au niveau micro : à cause de l'abstraction du modèle, il n'est pas possible de leur donner un sens raisonnable, en correspondance avec des éléments réels. Comme seul compte leur produit, celui-ci est calibré en fonction de ce que l'on croit être la croissance de long terme, à savoir 2 % par an.

Le sens de la micro-fondation est ainsi complètement inversé. Alors qu'il s'agissait initialement de déduire du niveau micro des relations pour le niveau macro, autrement dit d'asseoir des relations entre les quantités agrégées sur des variables pertinentes pour les entités micro-économiques, on se retrouve ici à construire une réalité micro qui donne ce que l'on souhaite au niveau macro. Ce niveau micro-économique, suffisamment éthéré pour être malléable à souhait, est ensuite calibré pour retrouver les résultats macro-économiques attendus.

La micro-fondation est donc évanescente. Tel un échafaudage, elle a vocation à être retirée une fois le modèle formé. Elle ne contraint pas la structure du modèle mais elle oriente sa signification. Comme les trous de boulins peuvent parfois décorer une façade, la micro-fondation laisse des marques par lesquelles on donne un sens au modèle. Cette dissociation entre structure macro-économique et signification micro-économique n'est pas sans poser de redoutables problèmes épistémologiques. La meilleure preuve en est que le sens du modèle peut être complètement transformé, sans rien changer.

1.1.2 Une autre micro-fondation schumpéterienne : la fable des managers

Le statut épistémique de la micro-fondation n'est pas précis. La procédure de micro-fondation est particulièrement faible parce qu'elle sous-détermine les équations structurelles. Elle ne laisse alors que le souvenir de son sens. Le modèle AABH fournit un exemple particulièrement net, puisque une autre fable aboutit aux mêmes équations.

Au lieu de considérer que les chercheurs font la croissance, parlons des managers, des patrons, des entrepreneurs, dont la vision et le charisme restructurent les grandes organisations et les conduisent sur la voie du succès. Supposons donc que nous ayons un ensemble de managers. Un manager peut reprendre une entreprise, par exemple par une opération de LBO. Cette opération a une probabilité η de succès, en raison des oppositions des autres actionnaires, des recours syndicaux, de l'incertitude juridique... En cas de succès, le manager restructure l'entreprise et lui fait faire un gain de productivité γ . Les managers peuvent exercer leurs talents d'organisation sur une entreprise du secteur propre ou du secteur sale. Ils s'attribuent en guise de rémunération de leurs talents les profits de l'entreprise. En comparant les profits accessibles dans le secteur propre et le secteur sale, ils décident de se diriger vers l'un ou l'autre secteur. Cette histoire conduit aux mêmes équations que celle du modèle AABH. Voilà une autre micro-fondation du moteur de croissance.

La vision de la croissance est cependant différente, car la croissance d'un secteur s'explique alors par la qualité de sa réorganisation industrielle, par la mise en œuvre de méthodes managériales, de techniques de gestion, qui réduisent les coûts et augmentent l'efficacité. Notre histoire de managers est-elle moins

crédible que celle des chercheurs d'AABH? Dans l'histoire de la révolution industrielle, la croissance paraît autant liée à des techniques d'organisation plus efficaces qu'à des inventions scientifiques. Qui nierait le rôle de l'organisation scientifique du travail, du taylorisme, puis, plus proche de nous, du toyotisme, du juste-à-temps, qui réorganise les processus de production en réduisant les temps morts, le capital circulant et donc le coût des produits? L'histoire du capitalisme est au moins autant celle des modes d'organisation du travail que celle des inventions techniques. Par exemple, le succès de Ford s'est construit grâce à la chaîne de montage et à l'utilisation de machines à destination unique qui fabriquaient des pièces interchangeables. Le modèle de General Motors reposait lui sur la conception de parties communes à plusieurs modèles de voiture et des machines-outils fonctionnant avec des gabarits pour changer facilement de séries (Raff, 1991). C'étaient là des innovations logistiques et non des inventions de recherche et développement. Dans le même esprit, on peut aujourd'hui penser à l'entreprise américaine Amazon. Joseph Schumpeter⁹ lui-même, dans sa description de la destruction créatrice, associait étroitement « méthodes de production » et « types d'organisation industrielle » (Schumpeter, 1942, p. 118).

En mettant l'accent sur les managers plutôt que sur les chercheurs, cette nouvelle histoire conduit à une interprétation *différente* du *même* modèle analytique. Une des conclusions d'AABH est qu'il faut subventionner la recherche dans les énergies propres. Sur la base du même modèle, avec l'histoire que nous avons racontée, nous concluons qu'il faut attirer les managers les plus talentueux dans le secteur de l'énergie propre. Par exemple à l'aide de subventions aux *golden handshakes*, parachutes dorés, *stock options* et retraites chapeaux, petites friandises de nature à faire venir dans le giron de l'énergie propre les élites managériales, si promptes à se diriger vers des cieux fiscaux cléments. Quand on connaît la désorganisation des entreprises du secteur, les progrès de productivité seraient certainement fulgurants.

Dans le secteur des économies d'énergie pour le bâtiment, par exemple, les techniques de réduction des consommations d'énergie sont déjà connues. Le problème n'est pas de faire de nouvelles avancées techniques, même si celles-ci sont toujours bonnes à prendre, mais bien de structurer la filière, d'organiser la coopération entre des corps de métier distincts, qui interviennent aujourd'hui de manière éclatée (David et Fabre, 2007). C'est une question d'organisation industrielle et non de R & D.

La fable où les managers prennent la place des chercheurs est plausible, et même raisonnable; elle conduit au même modèle dynamique. On peut donc remplacer une histoire par une autre, sans que le modèle macro-économique ne soit modifié. Mais on peut apporter des modifications plus substantielles au modèle, tout en préservant ses enseignements qualitatifs.

9. La conception de l'entrepreneur selon Schumpeter est sans doute plus proche de celle du manager que celle du chercheur, cf. notre discussion du 1.4.3.

1.1.3 Encore une micro-fondation : la fable du learning-by-doing

Le modèle AABH peut illustrer aussi bien le rôle des chercheurs dans le changement technique que le rôle, par exemple, des managers, en fonction de l'interprétation que l'on donne aux variables. Mais on peut construire un autre modèle très proche et qui repose uniquement sur la production. L'idée de base est que plus on produit, plus on est habile dans ce que l'on produit. Il s'agit de ce qu'[Arrow \(1962\)](#) a appelé le *learning-by-doing*.

Il suffit de remplacer les équations d'évolution des productivités moyennes dans chacun des secteurs. Dans le modèle AABH, les équations dynamiques donnant l'évolution des productivités A_j sont liées à la répartition des chercheurs dans le secteur. Ici, l'hypothèse de *learning-by-doing* fait de la productivité de chacun des secteurs une fonction de l'évolution passée de la production. Autrement dit, plus la production augmente, plus l'efficacité monte et également, plus la production diminue, plus l'efficacité baisse. Nous introduisons donc des effets de désapprentissage lorsque la production diminue. Ce qui s'écrit ¹⁰ $A_{j(t+1)}/A_{jt} = Y_{jt}/Y_{j(t-1)}$.

L'évolution de la productivité est ainsi parallèle à celle de la production. Le modèle est détaillé dans l'appendice [A.1.1](#), où l'on en donne la description complète et les propriétés qualitatives. Ce modèle où la recherche est remplacée par le *learning-by-doing* est exactement similaire dans ses aspects qualitatifs au modèle AABH. Nous avons un modèle de changement technique dirigé par les effets de *learning-by-doing*.

Quelles recommandations politiques sur la base de ce modèle peuvent être faites ? Le moteur de croissance de ce modèle n'est plus la recherche et développement, ni la ré-organisation managériale, mais le volume de la production. Si l'on souhaite effectuer un changement technique du secteur d'énergie sale vers le secteur d'énergie propre, on conclura donc sur la base de ce modèle, qu'il faut subventionner la production. Voilà une conclusion qui réconcilie le syndicaliste le plus attaché au développement des forces productives avec l'analyse économique et la transition énergétique.

La micro-fondation laisse donc une grande souplesse. Des fables différentes peuvent conduire à un modèle macro-économique pratiquement identique. Avec un jeu d'hypothèses arbitraires, *ad hoc*, on peut construire un modèle de changement technique, qui repose soit sur la recherche, soit sur le management, soit sur l'apprentissage par le métier.

1.1.4 Micro-fondation : une histoire comme ça ?

Le modèle AABH est préservé dans ses grandes lignes si une autre micro-fondation, celle de l'apprentissage par le métier, remplace la micro-fondation initiale, celle de l'entrepreneur schumpéterien. La micro-fondation du modèle

10. Une formulation plus générale serait $A_{j(t+1)}/A_{jt} = f(Y_{jt}/Y_{j(t-1)})$ où f est une fonction croissante. Ici nous avons choisi $f = \text{id}$. Pour éliminer les effets de désapprentissage, on pourrait choisir $f(x) = [x]_+ = \max(x, 0)$. Pour limiter la croissance de la productivité, on pourrait plafonner la fonction.

AABH peut elle-même se comprendre différemment selon que l'on interprète l'entrepreneur schumpétérien comme chercheur ou manager. La micro-fondation des modèles est donc un procédé très labile. Cela incite à s'interroger sur le statut de la micro-fondation et sur le choix explicite d'une micro-fondation particulière, assortie d'une histoire sélectionnée parmi toutes celles possibles.

La micro-fondation est un conte, une fable, une « histoire comme ça », une *just so story*. Dans *Just so stories*, recueil de Rudyard Kipling (1902), chaque nouvelle raconte l'origine fantaisiste de certains traits des animaux, comme la trompe de l'éléphant ou les taches du léopard. Par extension, en théorie de l'évolution, une *just so story* rend compte d'un trait par un mécanisme adaptatif, sans que l'existence de ce mécanisme adaptatif puisse être vérifiée. Une *just so story* est donc une histoire qui explique l'existence d'une chose. Dans ses grandes lignes, cette histoire repose sur un mécanisme reconnu, comme l'adaptation, mais dans les détails, elle fait appel avant tout à l'imagination. La *just so story* tire sa crédibilité de la croyance en un mécanisme général et non dans la preuve que le mécanisme s'applique de la façon décrite au cas envisagé.

Les théories sur l'origine des traits de comportement, des différences culturelles, sont remplies de *just so stories*. La socio-biologie, vivement critiquée par Gould (1994), consiste essentiellement à réduire le comportement humain en une liste de caractéristiques, puis à chercher des avantages sélectifs à ces caractéristiques, le plus souvent grâce à des histoires imaginaires d'adaptation, et enfin à associer à cette sélection un gène. L'imprégnation de la culture intellectuelle par le néo-darwinisme est telle que ces suites d'inférences douteuses ont valeur d'explications.

D'abord utilisées pour expliquer les comportements à partir de traits biologiques, les histoires adaptatives sont dorénavant mobilisées pour rendre compte de nos sens moraux, comme le sens de la justice ou de l'égalité. Ainsi, on voit des articles publiés dans des journaux d'économie qui fondent l'actualisation sur des mécanismes de sélection naturelle (Robson et Samuelson, 2007, 2009). Les populations qui pratiqueraient l'actualisation à taux constant seraient sélectionnées par des mécanismes biologiques. Tout cela suppose que les stratégies de comportement soient héréditaires, ce qui, dans le cas du comportement humain, est particulièrement douteux car l'évolution culturelle passe aussi par l'imitation. Mais que la diffusion se fasse de manière héréditaire ou imitative (ce qui a tout de même des conséquences sur les temps de diffusion (Gould, 1978)), l'essentiel est toujours de raconter une fable qui mette en avant les avantages du trait que l'on cherche à expliquer. Pour être sélectionné, le trait doit avoir une utilité spécifique au cours d'une des phases de l'évolution. On ne conçoit pas que certains organes, certains comportements n'apportent pas d'avantage adaptatif¹¹. De nombreux

11. Rien n'illustre mieux les travers des *just so stories* que leur explication de la sexualité humaine. Peut-on comprendre la sexualité comme le résultat de la sélection naturelle ? L'orgasme masculin a rapidement été rangé dans les cases de l'avantage évolutif. La jouissance ressentie lors de la copulation donne un avantage reproductif car elle pousse l'homme à se reproduire. L'association du plaisir et de la reproduction procure ainsi un avantage adaptatif, et ce trait est donc sélectionné au cours de l'évolution. D'où acte. Dans le schéma évolutif, l'orgasme féminin apparaît comme une anomalie ; on s'est donc essayé à raconter des histoires justifiant l'avantage sélectif qu'il procure. Toute la gamme des histoires adaptatives possibles et imaginables a été mise à contribution pour l'expliquer. Dans les théories les plus couramment avancées, l'orgasme féminin développe l'atta-

traits biologiques ne répondent à aucune explication adaptative, mais il est rassurant de trouver quelques fables évolutionnistes pour les expliquer. Le cadre du fonctionnalisme est alors préservé dans son universalité.

Les *just so stories* des évolutionnistes vulgaires, qui voient derrière chaque trait un mécanisme adaptatif, ont des homologues dans les « explications » économiques. Au premier chef, les explications utilitaristes voient derrière chaque acte une maximisation de l'utilité. À chaque fois, il s'agit d'inventer un mécanisme plausible à l'appui de la thèse générale. On se dispense ensuite de prouver que le mécanisme est effectivement à l'œuvre. Comme la thèse générale est globalement acceptée, la présomption remplace la preuve (Godbout, 2007, p. 40-45). Les explications alternatives sont écartées d'emblée car elles remettraient en cause le paradigme général. Comme le dit Gould (1978, p. 530) dans le contexte des théories sociobiologiques, « virtuosity in invention replaces testability as the criterion for acceptance. »

Les micro-fondations des théories macro-économiques sont également des *just so stories*, des « histoires comme ça », des fables¹². Elles peuvent être remplacées par d'autres sans aucune conséquence sur les équations structurelles du modèle.

Dans les modèles théoriques abstraits, la micro-fondation est donc un exercice purement formel. La micro-fondation n'est qu'un appareillage décoratif qui n'influe pas sur le comportement des variables agrégées ou qui en préserve qualitativement les propriétés. Le modèle macro-économique s'interprète de différentes façons, selon la signification donnée aux variables agrégées. Le sens du modèle est donc particulièrement labile, il fluctue en fonction de l'enrobage micro-économique que lui donne la *just so story*.

chement affectif, qui est reporté sur les enfants. L'attention de la femme pour ses enfants accroît la survie de sa descendance. L'orgasme féminin est un trait qui assure un meilleur succès reproductif, il est donc sélectionné. C.Q.F.D. Il existe de multiples variations sur ce thème de base, mais aussi des histoires dans une veine féministe, qui mettent l'accent sur le rôle moteur de la femme, qui choisit le partenaire qui lui procure du plaisir. L'imagination n'a pas de borne et le lecteur est invité à forger sa propre histoire.

Point n'est pourtant besoin de suivre « la lamentable tradition du raconter de style adaptationniste » (Gould, 1993b, p. 122) pour expliquer l'orgasme féminin. Si l'on prend le point de vue de l'embryogenèse, la situation est beaucoup plus claire. L'embryon est au départ indifférencié sexuellement. Au cours de la croissance de l'embryon, les organes se mettent en place, puis se différencient selon les sexes dans des phases ultérieures du développement. Cette différenciation se poursuit après la naissance, jusqu'à la puberté. Le clitoris, siège de l'orgasme féminin est l'analogue du pénis, siège de l'orgasme masculin. De même les mamelons des hommes sont l'analogue des seins des femmes. « La taille et la sensibilité des mamelles chez les femelles représentent une adaptation au mode de vie des mammifères ; mais la version plus réduite de ces organes chez les mâles ne demande aucune explication en termes d'adaptation. »

Si l'association de l'orgasme masculin avec le pénis peut s'expliquer par un mécanisme adaptatif, il n'est nul besoin d'y faire appel pour la version féminine. « Les mâles et les femelles ne sont pas des entités distinctes, ayant été façonnées indépendamment par la sélection naturelle. Les deux sexes représentent des variantes par rapport à un seul plan de construction, dont les détails ne sont mis en place que dans une phase tardive du développement. » (Gould, 1993b, p. 118)

12. En s'appuyant également sur les réflexions de Gould contre les thèses adaptationnistes, Mark Granovetter (1988, p. 154) a critiqué le programme néo-institutionnaliste. Dans l'approche de Williamson, les institutions sont les réponses optimales à une situation de coordination affectée par des coûts de transaction. En ne spécifiant pas les forces et les mécanismes de sélection, cette approche se contente bien souvent de raconter des petites histoires d'adaptation.

L'indétermination du sens du modèle est exacerbée par l'abstraction des quantités manipulées. Les quantités auxquelles le modèle se raccroche, et en particulier les machines et leur productivité, sont complètement désincarnées. La productivité des machines est un simple coefficient, qui n'est pas relié à une réalité mesurable. Le modèle n'est en aucun façon amarré à la réalité, son sens ne peut que ballotter.

Le modèle n'acquiert son sens que grâce à la micro-fondation, qui seule donne de la consistance aux variables. La fable de la micro-fondation est donc d'importance capitale car elle procure le seul guide pour l'interprétation. Dans le même temps, le choix de la micro-fondation est pour ainsi dire libre. D'une part, des micro-fondations opposées peuvent conduire au même comportement dynamique, ce qui n'autorise pas l'épreuve des faits et la validation numérique pour discriminer entre plusieurs micro-fondations possibles. Le choix d'une micro-fondation relève donc de croyances entre lesquelles il est impossible de trancher. D'autre part, le réalisme de la micro-fondation n'entre pas en ligne de compte. La méthodologie dominante pour les modèles de la théorie Économique, celle de l'économie positive de Milton Friedman (1953), exclut en effet que le réalisme puisse agir comme un garde-fou dans la sélection des hypothèses.

Dans ces conditions, seuls deux éléments guident effectivement la construction d'une micro-fondation. Au niveau des équations, la qualité esthétique des relations mathématiques, leur simplicité et l'aboutissement à des équations à des relations résolubles sont déterminantes. Au niveau de la fable, une histoire cohérente avec les idées reçues fera office d'explication.

Pour faire accepter par la communauté des économistes un modèle macro-économique, il devient donc crucial de combiner relations agrégées simples et esthétiques, avec une fable qui permette de les retrouver, en combinant hypothèses *ad hoc* et comportements d'optimisation. Lorsqu'on avance une fable de ce genre, point n'est besoin de prouver que le mécanisme spécifique proposé est à l'œuvre. Il suffit qu'il s'accorde avec les idées reçues dans la profession des économistes.

Étant donné l'état général des idées sur la croissance en économie, le modèle AABH passe pour une preuve de l'importance de la R & D dans le mécanisme de transition énergétique, même si ce modèle est sous-déterminé et que de nombreuses histoires peuvent en être le sous-jacent. La portée épistémique du modèle pose donc problème. Nous avons vu que le modèle ne pouvait prétendre étayer spécifiquement le rôle de la recherche dans un processus de transition énergétique. Tout ce que l'on peut reconnaître, c'est la mise en évidence d'un certain mécanisme de bascule entre deux secteurs dont les productivités évoluent, pour une raison ou une autre, de manière endogène. Ce mécanisme est nécessairement une abstraction, et nous tenterons plus tard d'en évaluer la pertinence (cf. 1.3). À ce stade, ce n'est pas la stylisation du mécanisme que nous remettons en cause, mais l'interprétation qu'on peut lui donner. Si l'on ne retient que le mécanisme stylisé de bascule entre deux secteurs, la micro-fondation est parfaitement superfétatoire. Le sens du modèle, et donc les considérations pratiques que l'on peut en tirer, est alors considérablement affaibli par la possibilité de bouleverser la micro-fondation sans rien changer au mécanisme stylisé.

1.2 LA MODÉLISATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS AABH

Le modèle AABH, comme les autres modèles intégrés, comportent deux modules qui réagissent l'un sur l'autre : un module économique, étudié dans la partie précédente, et un module environnemental, auquel cette partie est consacrée.

L'environnement est représenté par une seule variable S , qui mesure la qualité de l'environnement. L'environnement entre dans la fonction d'utilité du consommateur $u(C, S)$: une hausse de la qualité de l'environnement accroît l'utilité du consommateur.

Quelles sont les interactions entre les deux modules ? Le module économique agit sur l'environnement car la production sale Y_d dégrade l'environnement : la production sale engendre une externalité (la pollution) qui affecte négativement l'évolution de la qualité environnementale S . En effet, l'environnement suit une équation d'évolution autonome, en fonction de la pollution et des états antérieurs. Une plus grande pollution à un instant entraîne une plus faible qualité de l'environnement à l'instant suivant.

Le module économique modifie donc le module environnemental par le biais de l'équation d'évolution. Dans le laissez-faire, il n'y a pas en revanche de rétroaction du module environnemental sur le module économique. Le système productif évolue en effet de manière autonome, sans que le consommateur représentatif ne puisse prendre de décisions pour corriger les externalités dues à la pollution. Dans le contrôle optimal par un planificateur bienveillant, l'environnement rétroagit au contraire sur l'économie par le biais de la fonction d'utilité du consommateur, que le planificateur maximise. À cause de l'externalité, le planificateur écarte le système économique de sa trajectoire de laissez-faire pour atteindre la solution optimale, qui présente des montants réduits de pollution. Les caractéristiques de la solution optimale seront étudiées plus en détail dans la partie suivante (cf. 1.3).

Cette partie s'attache uniquement au module environnemental et plus particulièrement à l'équation d'évolution de la qualité de l'environnement. Dans le modèle AABH, les effets de la pollution sur l'environnement sont stylisés dans une équation d'évolution qui, nous dit-on, « encapsulates several important features of environmental change » (Acemoglu et al., 2012, p. 138). Cette équation d'évolution est une simple équation linéaire. Nous cherchons à évaluer les caractéristiques de cette représentation très simplifiée. Cette équation permet-elle de prendre en compte les spécificités de l'environnement, et, plus particulièrement, du système climatique ? Le but est de faire ressortir les limites de la formulation choisie par AABH.

Nous présentons la dynamique de l'environnement dans le modèle AABH (1.2.1), puis nous plongeons la loi d'évolution utilisée par AABH dans une loi d'évolution plus générale, qui reproduit mieux les caractéristiques générales des écosystèmes (1.2.2). Nous en tirons des leçons sur les hypothèses implicites de la dynamique analysée par AABH, qui limitent la portée de leurs conclusions (1.2.2). Les applications du modèle à l'analyse du changement climatique sont enfin fortement remises en cause (1.2.3).

1.2.1 La dynamique d'AABH

Voici comment AABH modélisent l'environnement. L'environnement est quantifié par sa qualité, notée S , il évolue entre la plus grande qualité \bar{S} , et la plus faible 0 : $0 \leq S \leq \bar{S}$. Au cours du temps, la qualité de l'environnement est diminuée par la pollution, proportionnelle à la production courante du secteur sale Y_d , mais elle est augmentée par la régénération naturelle, modélisée par un taux linéaire δ . Notons tout de suite qu'il s'agit *a priori* d'un modèle avec un flux de pollution et non un stock (nous revenons sur ce problème en appendice A.1.2).

Plus précisément, la loi d'évolution de l'environnement exprime la qualité de l'environnement S_{t+1} à l'instant $t + 1$ comme une fonction de la qualité S_t et de la pollution ξY_d au temps t , soit : $S_{t+1} = -\xi Y_{dt} + (1 + \delta)S_t$. Pour assurer que S_{t+1} reste toujours entre 0 (qualité minimale) et \bar{S} (qualité maximale), S_{t+1} vaut 0 si le membre de droite est négatif, \bar{S} s'il dépasse \bar{S} . De manière concise :

$$S_{t+1} = \max(0, \min(\bar{S}, -\xi Y_{dt} + (1 + \delta)S_t)) \quad (1.8)$$

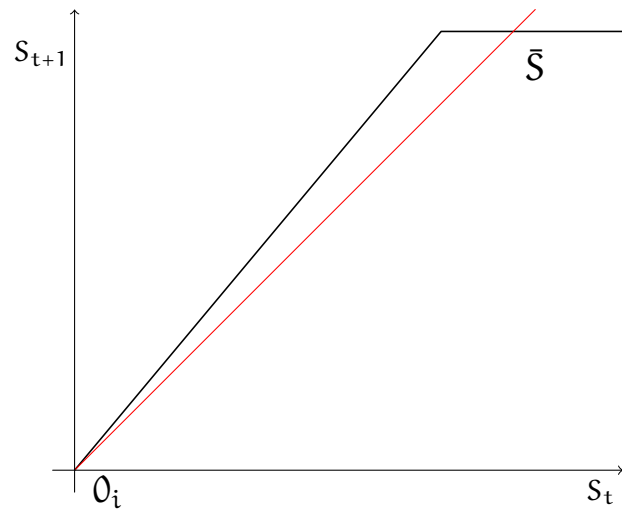
Notre but est de donner une compréhension de la dynamique de l'environnement selon AABH, et plus particulièrement des subtilités de son comportement. Pour ce faire, nous allons nous reposer sur des outils graphiques. Ces outils sont présentés en appendice A.1.3. La méthode générale consiste à tracer sur un même graphique l'équation d'évolution de la dynamique $S_{t+1} = f(S_t)$ et la droite $S_{t+1} = S_t$. Les points d'intersection sont les points d'équilibre de la dynamique, et la position de la courbe par rapport à la droite permet de juger de la stabilité des points d'équilibre.

Appliquons cette méthode à la loi d'évolution de l'environnement. L'état de l'environnement à l'instant $t + 1$ est fonction de l'état de l'environnement et de la pollution à l'instant t . Pour pouvoir représenter la dynamique de l'environnement de manière graphique, nous devons supposer que la pollution est constante. On obtient ainsi différentes dynamiques en fonction du montant de la pollution. Bien comprendre les propriétés des dynamiques de l'environnement à pollution constante est le moyen de comprendre la dynamique complète, lorsque la pollution fluctue.

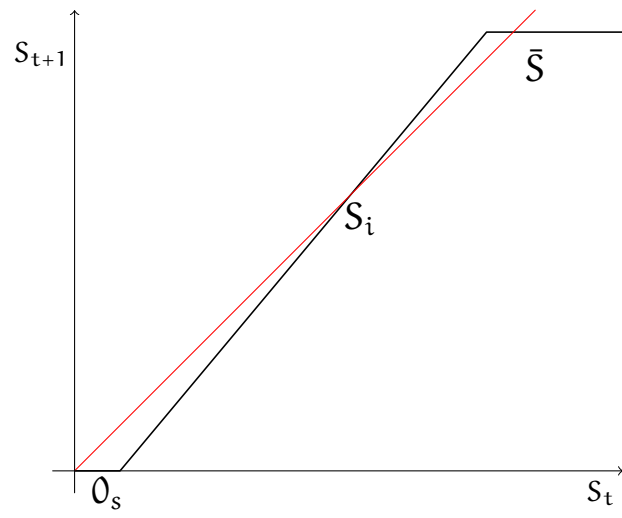
Trois situations différentes sont représentées sur la figure 1.1 : ce sont trois dynamiques qualitativement différentes en fonction des niveaux de pollution. Dans la figure 1.1 (a), avec $Y_d = 0$, il y a deux équilibres : \bar{S} , qui est stable (la tangente de f en ce point est 0), et 0 , qui est un équilibre instable (la tangente à f est $1 + \delta > 1$) et que nous noterons 0_i . Si l'environnement commence dans un état différent de 0_i , la dynamique l'entraînera vers l'équilibre stable \bar{S} . Si l'état 0_i est légèrement perturbé, l'état final est aussi \bar{S} . Autrement dit, en l'absence de pollution, la dynamique ramène toujours l'environnement à son état de plus haute qualité \bar{S} .

Les propriétés de la dynamique changent de manière qualitative quand la pollution augmente. Si $Y_d > 0$, 0 est dorénavant toujours un équilibre stable, que nous noterons 0_s .

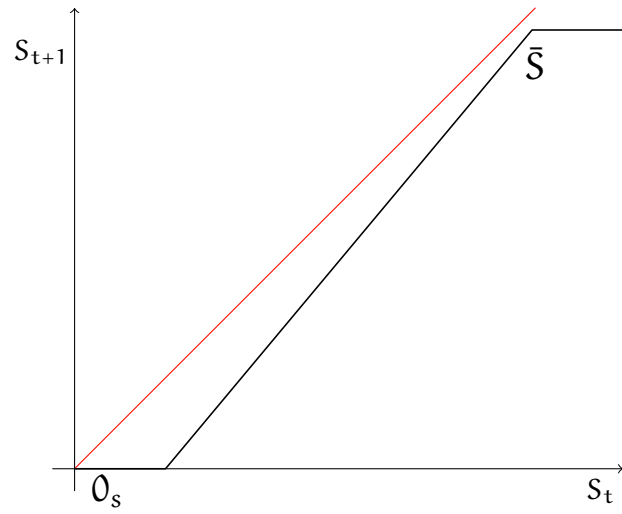
Lorsque la pollution n'est pas trop importante, c'est-à-dire lorsque $Y_d < \delta \bar{S} / \xi$, \bar{S} est aussi un équilibre stable. Cette situation est représentée dans la figure 1.1 (b). Les deux équilibres stables sont alors séparés par un équilibre instable $S_i = \xi Y_d / \delta$.



(a) $Y_d = 0$



(b) $0 < Y_d < \frac{\delta \bar{S}}{\xi}$



(c) $\frac{\delta \bar{S}}{\xi} < Y_d$

FIGURE 1.1: Dynamique de l'environnement dans le modèle AABH

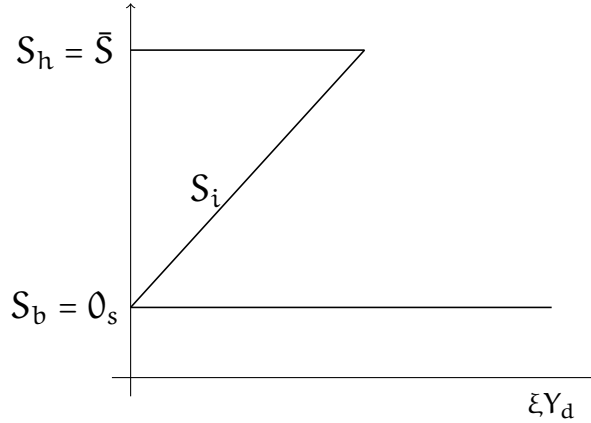


FIGURE 1.2: États d'équilibre à niveau de pollution constant dans la dynamique AABH

L'état final de la dynamique dépend alors de l'état initial. Si la qualité initiale de l'environnement est « suffisamment élevée » (plus grande que S_i), l'environnement termine dans l'état \bar{S} ; cependant, si la qualité initiale est « suffisamment basse » (plus petite que S_i), la qualité finale est 0. La zone dans laquelle l'état initial est amené vers un état stable est appelée son bassin d'attraction : pour l'état 0_s (resp. \bar{S}), il s'agit de l'intervalle $[0_s, S_i[$ (resp. $]S_i, \bar{S}]$).

Lorsque la pollution est « suffisamment élevée », précisément quand $Y_d > \delta \bar{S} / \xi$, l'état de haute qualité \bar{S} n'est plus un équilibre (voir la figure 1.1 (c)). Dans ce cas, l'environnement termine toujours dans l'état 0, indépendamment de l'état initial. L'équilibre 0_s est un attracteur global, son bassin d'attraction est l'ensemble des qualités possibles. Ainsi la loi d'évolution exhibe trois régimes qualitativement différents, par le nombre et la nature des équilibres, en fonction de l'ampleur de la pollution.

On peut représenter les équilibres de la dynamique en fonction du niveau de pollution. Cela donne ce que l'on appelle un diagramme de bifurcation 1.2. Ce diagramme permet de synthétiser les informations sur la dynamique.

Nos critiques générales concernant la dynamique de l'environnement portent sur deux caractéristiques. Seule la représentation bancaire de l'irréversibilité (1.2.2) est traitée dans le corps du texte. L'ignorance de la pollution de stock (A.1.2) est expliquée en appendice. Les critiques spécifiques à la représentation du changement climatique par cette dynamique sont examinées en dernier lieu (1.2.3).

1.2.2 Une dynamique à équilibres multiples

Selon AABH, la dynamique linéaire étudiée permet de rendre compte de l'existence d'un « point of no-return » (Acemoglu et al., 2012, p. 138). Ce serait le point 0 : une fois que l'environnement a atteint ce point, il ne peut pas en sortir. Il y a cependant une caractéristique supplémentaire ; dès que la pollution s'arrête, l'environnement se rétablit et retourne vers sa qualité maximale, tant qu'il n'a pas atteint le point 0. Autrement dit, il n'y a aucun mécanisme de rétroaction négative entre la qualité de l'environnement et la régénération, qui entraînerait

une dynamique incontrôlable dans l'intervalle $[0, \bar{S}]$. Dit autrement, tant que le point 0 n'est pas atteint, on peut manipuler la variable de contrôle (ici le niveau de pollution) pour atteindre l'état de haute qualité.

La raison mathématique en est que $S = 0$ est un équilibre instable de la dynamique en l'absence de pollution. Dans le langage des systèmes dynamiques, le bassin d'attraction de l'état $S = 0$ s'évanouit quand la pollution diminue vers $Y_d = 0$. Ainsi, l'environnement ne peut pas être piégé dans un équilibre de basse qualité environnementale : S_t peut s'approcher très près de $S = 0$, la qualité augmentera à nouveau dès que la pollution sera terminée (sous réserve que S_t n'atteigne pas 0).

En résumé, l'irréversibilité prend la forme d'un tout ou rien : tant que l'environnement n'a pas atteint l'état de basse qualité, la dynamique peut le faire revenir à la haute qualité. La loi d'évolution d'AABH ne représente pas le genre de phénomènes qui caractérisent la dynamique des écosystèmes, comme des états d'équilibre alternatifs, des rétroactions, de l'hystérésis, des irréversibilités ou des catastrophes (Scheffer et al., 2001). Ce sont les non-convexités de l'environnement qui posent des problèmes à la science économique, dont le mécanisme d'allocation des biens par les prix repose sur la convexité des ensembles (Dasgupta et Mäler, 2003).

La dynamique AABH est relativement fruste pour représenter les processus déterminants de l'évolution des écosystèmes. Il faut savoir si cette représentation stylisée n'oublie pas des éléments importants pour l'analyse. Il faut également savoir si les hypothèses adoptées sont cohérentes avec la loi d'évolution adoptée. La première partie de notre analyse a notamment questionné la signification que l'on doit attribuer à la valeur $S = 0$. Si la valeur $S = 0$ se réfère selon AABH à la qualité environnementale minimale, elle est également le point frontière au dessus duquel l'environnement peut revenir à sa qualité maximale \bar{S} , c'est-à-dire la limite du bassin d'attraction de l'équilibre de haute qualité \bar{S} . Pour bien comprendre la différence entre ces deux notions, nous exposons d'abord une loi d'évolution plus riche, avec des équilibres multiples. Ensuite, le plongement de la dynamique AABH dans cette dynamique fera ressortir les hypothèses implicites de la loi d'évolution. Nous pourrions alors, dans le paragraphe suivant, regarder d'un œil critique l'application de la loi d'évolution au cas du changement climatique.

Les équilibres multiples peuvent apparaître par exemple dans les phénomènes d'eutrophisation des lacs et ont été étudiés depuis longtemps par les écologues et les économistes (Mäler et al., 2003) ; nous reprenons le modèle utilisé dans cette littérature pour élucider les propriétés du modèle AABH. Pour distinguer entre les deux dynamiques, l'environnement dans ce modèle plus large sera noté T .

L'équation d'évolution, inspirée des modèles de lacs pelliculaires¹³, est maintenant :

$$T_{t+1} - T_t = -\xi Y_d + b(\bar{T} - T_t) - r(T_t - \bar{T})^2 / (\bar{T}^2 + (T_t - \bar{T})^2)$$

13. Le lecteur familier avec cette littérature sur la dynamique des lacs pelliculaires remarquera que le changement de variable $x = \bar{T} - T$ redonne l'équation familière. La différence vient de ce que, dans notre formulation, $T = \bar{T}$ est ici le niveau de haute qualité, pour rester dans le cadre d'AABH, et non $x = 0$ comme à l'ordinaire.

Le premier terme rend compte de la dégradation par la pollution, le deuxième de la régénération naturelle, qui est maintenant proportionnelle à la différence à l'état de qualité maximale, le troisième des phénomènes de rétroaction positive dans le processus de dégradation. Ce dernier terme est responsable de l'occurrence des équilibres multiples.

Si l'on veut assigner un intervalle $[0, \bar{T}]$ de qualité possible de l'environnement (entre une qualité minimale et maximale), comme dans le modèle AABH, T_{t+1} doit rester dans cet intervalle, il doit donc être borné de manière exogène, comme c'était le cas pour S_{t+1} . L'équation d'évolution ainsi rectifiée s'écrit donc définitivement :

$$T_{t+1} = \max \left(0, \min \left(\bar{T}, -a + T_t + b(\bar{T} - T_t) - r \frac{(T_t - \bar{T})^2}{\underline{T}^2 + (T_t - \bar{T})^2} \right) \right) \quad (1.9)$$

Posons $\underline{T} = 1$, $\bar{T} = 2$, $b = 0,48$, $r = 1$. Il est connu que ce choix de paramètres conduit à des équilibres multiples pour certaines valeurs de a . Les graphiques pour différentes valeurs de la pollution $a = \xi Y_d$ sont représentés dans la figure 1.3.

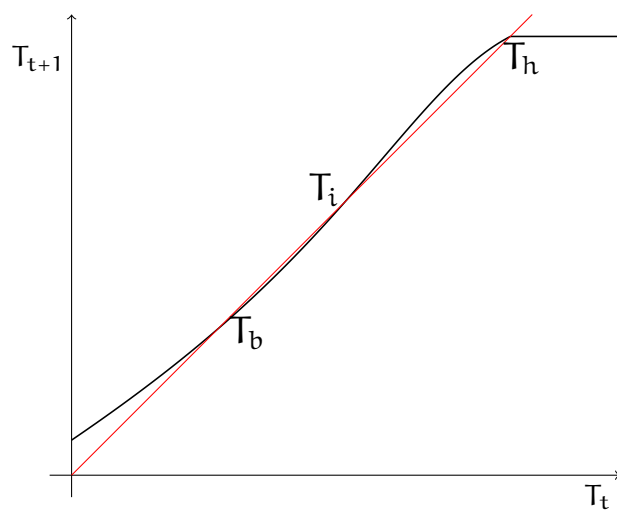
En absence de pollution, quand $\xi Y_d = 0$ (figure 1.3 (a)), il y a deux équilibres stables : l'un de basse qualité T_b et l'un de haute qualité T_h , leur bassin d'attraction est séparé par un équilibre instable T_i . Les deux équilibres stables sont des attracteurs : si la qualité initiale est dessous (resp. dessus) T_i , l'environnement termine dans l'état T_b (resp. T_h).

Si la dégradation par la pollution augmente progressivement, les deux états d'équilibre stable descendent, mais l'équilibre instable monte (lorsque ξY_d croît, la courbe se déplace vers le bas). Dans cette situation intermédiaire (figure 1.3 (b)), le bassin d'attraction de T_h s'est rétréci tandis que celui de T_b s'est agrandi. À un certain point (ici $\xi Y_d \simeq 0,0617$) l'équilibre stable haut et l'équilibre instable fusionnent. Pour des valeurs supérieures de Y_d (cf. (figure 1.3 (c)), le bassin d'attraction de T_h a disparu et il ne reste plus que l'équilibre stable bas comme attracteur global.

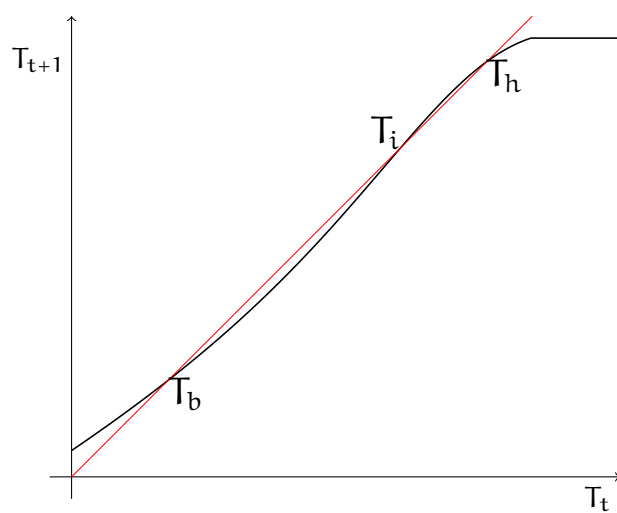
Si nous dessinons les équilibres en fonction de la pollution ξY_d , nous obtenons un graphe de bifurcation (figure 1.4).

Cette loi d'évolution de l'environnement est plus complexe que la loi d'évolution d'AABH. En partant d'un état initial où il n'y a pas de pollution et où l'environnement est dans son équilibre de haute qualité T_h , que se passe-t-il si la charge polluante a s'accroît ? Quand a s'accroît, l'état de l'environnement suit un chemin proche du chemin suivi par l'état d'équilibre de haute qualité¹⁴. Lorsque a franchi le seuil où l'équilibre de haute qualité disparaît, l'état de l'environnement est dorénavant attiré par l'équilibre de basse qualité. À moins de circonstances extrêmement favorables (par exemple si a est brutalement ramené à 0 et si la dégradation de l'environnement n'est pas trop avancée), l'état de l'environnement deviendra alors proche de l'état d'équilibre de basse qualité, et

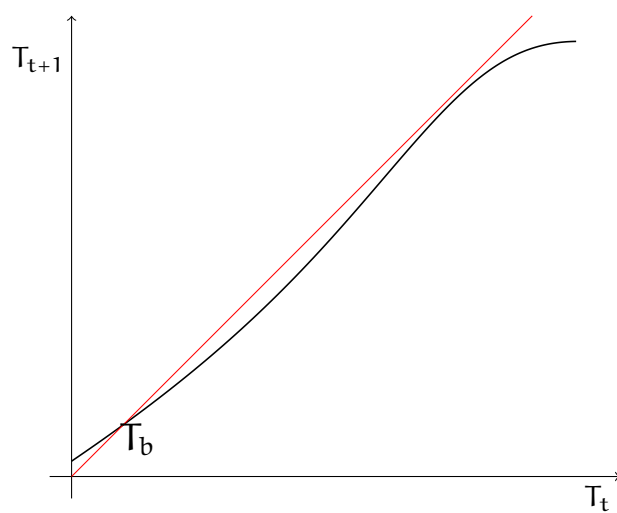
14. L'état de l'environnement n'est pas toujours en équilibre par rapport aux effets de la charge polluante. Cela dépend des temps caractéristiques de l'augmentation de la pollution et de la dynamique de l'environnement. Pour simplifier la discussion, nous supposons que la pollution varie lentement par rapport au temps caractéristique de l'équilibrage de l'environnement. Dans le cas du changement climatique, le climat atteint son équilibre plus lentement que les variations de la pollution.



(a) $\xi Y_d = 0$



(b) $\xi Y_d = 0,04$



(c) $\xi Y_d = 0,09$

FIGURE 1.3: Graphe de $T_{t+1} = f(T_t)$ pour différentes valeurs de ξY_d

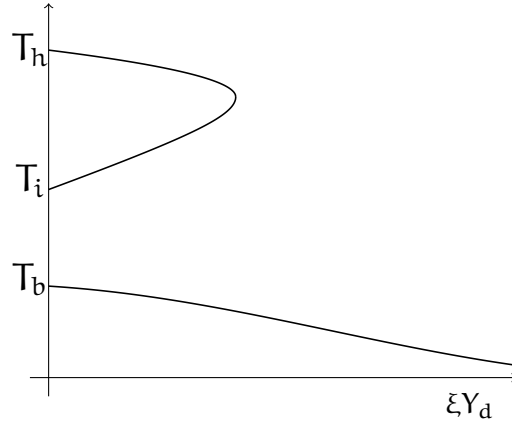


FIGURE 1.4: Les états d'équilibre dans la dynamique complète

restera proche de T_b , même si la charge polluante est réduite. La dynamique que nous présentons ici prend en compte d'importants faits stylisés concernant la dynamique de l'environnement, comme l'irréversibilité. Avec d'autres choix de paramètres, la loi d'évolution peut aussi comporter des effets d'hystérésis.

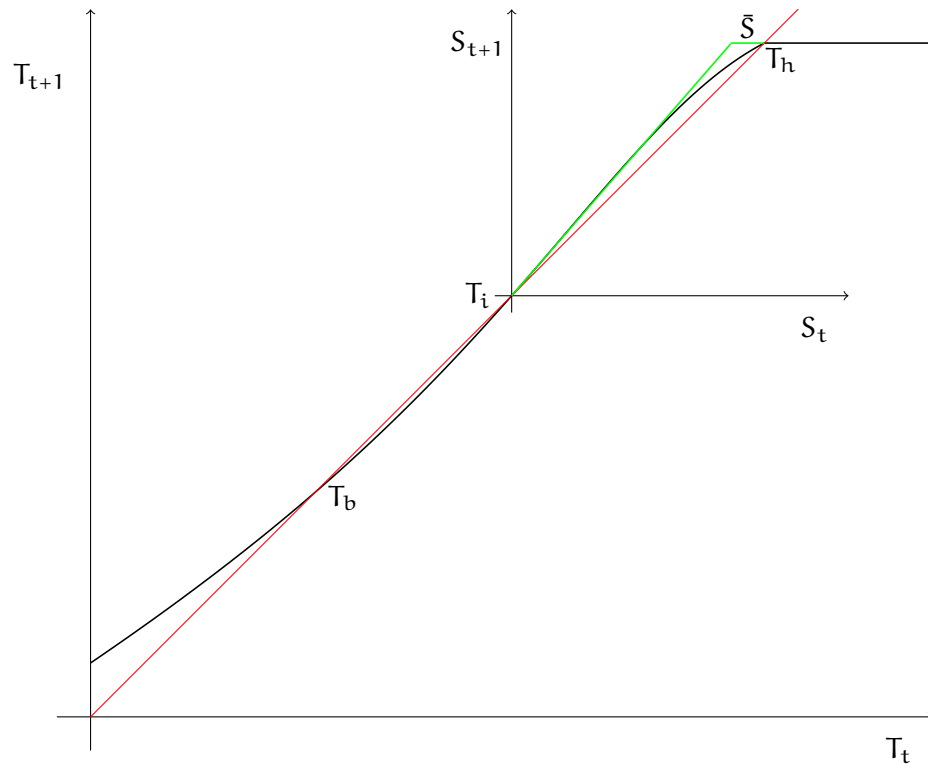
La dynamique AABH comme cas réduit : retour sur les hypothèses

Que nous apprend cette modélisation plus riche sur la dynamique AABH ? On peut reconnaître des similitudes entre la partie supérieure des diagrammes de la figure 1.3 et les diagrammes de la dynamique AABH de la figure 1.1 : autour de l'équilibre T_h de haute qualité, l'évolution est assez proche de l'évolution modélisée par AABH. Dans la figure 1.3, de haut en bas, c'est-à-dire avec l'augmentation de la pollution, nous voyons un équilibre stable de haute qualité se déplacer vers le bas et un équilibre instable se déplacer vers le haut, avant de fusionner et de disparaître. Dans les diagrammes de la dynamique AABH de la figure 1.1, nous voyons également un équilibre stable de haute qualité (qui, est, lui, fixe¹⁵) et un équilibre instable se déplacer vers le haut, puis une disparition des deux équilibres quand la charge polluante est $\delta\tilde{S}/\xi$.

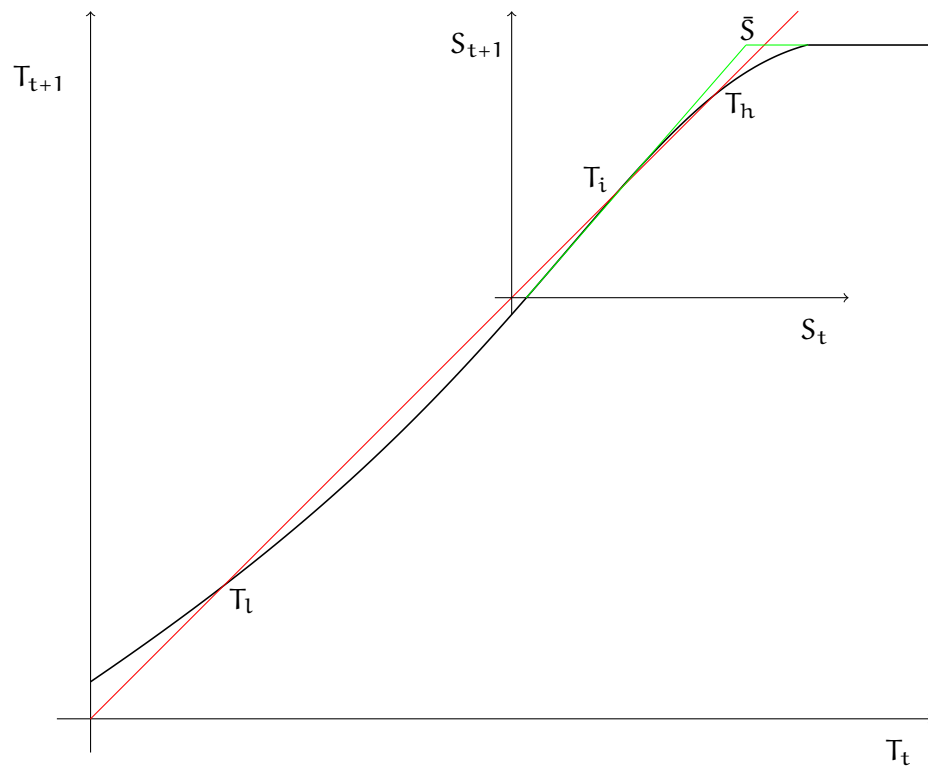
Nous sommes donc amenés à voir la loi de l'évolution de S comme un modèle réduit de la dynamique plus complète de la variable T . La correspondance entre les deux dynamiques aide à clarifier la loi d'évolution dans AABH. La figure 1.5 illustre cette correspondance où la dynamique de T_t est en noir, tandis que la dynamique de S_t est en vert. La dynamique AABH représente une stylisation d'une dynamique à équilibres multiples, *au voisinage* de l'équilibre de haute qualité.

Par cette correspondance entre les deux dynamiques, la plus haute qualité environnementale dans AABH \tilde{S} s'identifie à l'équilibre de haute qualité T_h de la dynamique complexe, et l'équilibre instable S_i de la dynamique AABH s'identifie à l'équilibre instable T_i de la dynamique complexe. Grâce à cette correspondance entre les deux dynamiques, nous pouvons élucider la signification de l'état $S = 0$, l'état de plus mauvaise qualité environnementale dans la dynamique AABH.

15. Comme l'équilibre stable ne se déplace pas vers le bas, on peut voir que la fusion-disparition des équilibres interviendra plus tardivement dans le modèle AABH.



(a) $\alpha = 0$



(b) $\alpha = 0.05$

FIGURE 1.5: Dynamique de S_t comme un modèle réduit de la dynamique de T_t

Nous rappelons que l'état $S = 0$ correspond dans la dynamique AABH à deux équilibres de nature très différente : un équilibre stable en présence de pollution et un équilibre instable en l'absence de pollution. La distinction entre ces deux états est la clef pour comprendre ce que représente l'état de mauvaise qualité $S = 0$.

L'équilibre stable $S = 0_s$ correspond à l'équilibre stable de basse qualité T_b de la dynamique complète. L'équilibre stable $S = 0_s$ est comme une émanation du vrai équilibre stable T_b . L'équilibre stable $S = 0_s$, qui existe quand $Y_d > 0$, ne doit pas être confondu avec l'équilibre instable $S = 0_i$, qui apparaît lorsque $Y_d = 0$. L'équilibre instable 0_i est en effet le prolongement de S_i quand $Y_d = 0$. Que l'équilibre instable S_i ait la même valeur quand $Y_d = 0$ que l'équilibre stable 0_s qui existe quand $Y_d > 0$ est un pur artefact de la dynamique réduite AABH.

Cet imbroglio entre deux états d'équilibre qualitativement différents 0_s et 0_i est démêlé quand on regarde la dynamique complète de T , où cette coïncidence ne se produit pas. Dans la dynamique de T , S_i correspond à T_i et 0_s à T_b . Quand la pollution est nulle $a = 0$, nous avons deux équilibres qualitativement différents T_i , qui correspond à $S = 0_i$, et T_b qui correspond à $S = 0_s$. La situation est plus claire si l'on compare les graphes de bifurcation. Les équilibres stable bas S_b et instable S_i se rejoignent à pollution nulle dans la dynamique réduite AABH (figure 1.2), alors qu'ils sont toujours distincts dans la dynamique complète (figure 1.4).

En conclusion, le point $S = 0$ ne doit pas être interprété comme l'état T_b de basse qualité environnementale, mais bien au contraire comme l'équilibre instable T_i qui sépare les bassins d'attraction des deux équilibres stables en l'absence de pollution.

Notre analyse permet ainsi de mieux comprendre l'hypothèse cruciale $u(C, S = 0) = -\infty$. Cela signifie en effet que le ménage représentatif met une utilité infiniment négative à l'état de transition, c'est-à-dire qu'il s'interdit de franchir ce seuil. L'utilité ne doit donc pas avoir une interprétation physicaliste, à savoir quel degré de peine sera ressenti dans cet état, il s'agit du résultat minimal d'un processus complexe, mêlant connaissance de la dynamique et représentation de ces effets. Le ménage doit en effet avoir une bonne connaissance de la dynamique de l'environnement, pour repérer ou postuler l'endroit où se situe le seuil, anticiper les dommages subis une fois le seuil franchi. Cette connaissance est loin d'être vérifiée dans la pratique, du fait des incertitudes inhérentes à la dynamique. L'hypothèse $u(C, S = 0) = -\infty$ présuppose un ménage particulièrement averti de la dynamique et des dommages futurs. Dans un cas pratique, le ménage ne connaît pas quelle sera son utilité dans les états dont il n'a pas encore l'expérience. Il projette une utilité dans ces états et prend ses décisions sur la base de son utilité projetée, qui ne sera peut-être pas l'utilité qu'il tirera vraiment de cet état.

Avec la signification de l'utilité, on voit ici que l'on atteint les limites du réalisme des modèles à prévision parfaite, et donc de leur pertinence pour apporter une solution au problème concret du changement climatique. Poser le problème en termes d'optimisation intertemporelle d'une utilité connue dans un univers certain n'est sans doute pas le bon cadrage. Étant donné la nature du problème, les attitudes que l'on adopte face au changement climatique semblent donc déterminantes. Dans ce contexte, au lieu de chercher à optimiser une utilité, il est

sans doute préférable d'adopter un cadre de décision séquentielle en fonction de l'apprentissage que l'on peut faire sur les états du monde futur (Ambrosi et al., 2003).

En résumé, la dynamique de Acemoglu et al. (2012) est acceptable comme une représentation grossière de la dynamique de l'environnement uniquement autour de l'équilibre de haute qualité \bar{S} . Dans ce modèle le point $S = 0$ n'est pas un équilibre de basse qualité, mais le point frontière du bassin d'attraction de l'équilibre de haute qualité \bar{S} : c'est le seuil où il y a une bifurcation dans la qualité environnementale. Ainsi l'hypothèse implicite du modèle AABH est que le ménage représentatif a une bonne connaissance de la dynamique de l'environnement, pour identifier le point de bifurcation, et qu'il est déterminé à ne pas franchir ce seuil. En utilisant la dynamique AABH, simpliste comparée au modèle complet que nous avons étudié, on doit se souvenir des interprétations des variables utilisées, et des hypothèses implicites (et fortes) sur l'utilité des ménages. C'est une condition *sine qua non* pour dériver du modèle des conclusions valides. Nous utiliserons cette leçon dans le paragraphe suivant qui étudie l'application de la loi de l'environnement au changement climatique.

1.2.3 Application au changement climatique

Le modèle Acemoglu et al. AABH se présente comme un modèle général de changement technique en présence de contraintes environnementales, mais il est principalement mobilisé pour concevoir une politique économique optimale pour éviter la poursuite du changement climatique. Nous nous intéressons donc à l'adéquation entre la représentation générale de l'environnement dans le modèle, discutée *supra*, et la modélisation du système climatique.

Pour s'adapter à la réalité du système climatique, le modèle général est précisé comme suit. La qualité environnementale S_t est directement reliée à la concentration C_t de CO_2 dans l'atmosphère : $S_t = C_{\text{disaster}} - \max(C_t, 280)$. La qualité environnementale est comprise donc entre la concentration pré-industrielle de CO_2 (280 ppm), qui représente l'état de haute qualité environnementale, et une concentration catastrophique C_{disaster} . La modélisation du système climatique à la manière d'AABH pose des problèmes plus sérieux encore que les caractères généraux de l'environnement dans le modèle AABH étudiés précédemment et en appendice A.1.2.

Premièrement, le changement climatique est un problème de pollution dû à un stock : c'est la quantité accumulée de gaz à effet de serre dans l'atmosphère qui provoque le réchauffement global. Or, nous l'avons vu, le modèle AABH suppose une pollution de flux. L'inadéquation du modèle est contournée en assimilant simplement stock de pollution et qualité de l'environnement. Un modèle plus adapté devrait conserver trois concepts distincts : la qualité de l'environnement, le stock de pollution et le flux de pollution. Le modèle AABH ne retient que la qualité de l'environnement et le flux de pollution ; comme le problème auquel le modèle est appliqué est un problème de stock de pollution, la seule solution est de mettre en équivalence le stock de pollution (ici la concentration en CO_2) avec la qualité de l'environnement.

Cette assimilation, dictée par la contrainte qu'impose la modélisation choisie, n'est pas indolore. Pour qu'elle soit valide, il faudrait que la qualité de l'environnement soit en équilibre avec le stock de pollution (cf. A.1.2), c'est-à-dire que l'environnement s'adapte plus rapidement que n'évolue le stock de pollution. En réalité, le climat n'est pas en équilibre instantané avec la concentration globale de CO₂, et l'état de la biosphère n'est pas non plus en équilibre instantané avec l'état du climat. Les temps d'adaptation de la biosphère à un nouveau climat sont même très longs, si tant que cela ait un sens de parler d'équilibre dans ce cas précis. Le stock de pollution modifie les climats locaux, selon une dynamique propre, qui eux-mêmes modifient les écosystèmes et les répartitions des espèces. Le modèle AABH comprime cette longue chaîne de causalité dans une simple équivalence entre stock de pollution (mesuré par la concentration atmosphérique en CO₂) et qualité de l'environnement.

Une autre manifestation du même symptôme est l'utilisation d'une relation fonctionnelle entre la température globale et la concentration à un même instant. À tout instant, il y a donc équivalence entre état de l'environnement, température globale et concentration de CO₂. En réalité, ces trois variables ont des relations dynamiques, ce qui introduit des délais et des inerties dans les évolutions. Une partie significative de l'augmentation des températures dans un futur proche est due aux émissions passées. Même si nous arrêtons tout de suite d'émettre des gaz à effet de serre, la température continuerait à monter pendant quelques décennies. Sans cette inertie essentielle du système climatique, la température telle que modélisée par AABH diminue dès que la production du bien sale, c'est-à-dire les émissions de gaz à effet de serre (GES), s'arrêtent (Acemoglu et al., 2012, figure 1), ce qui est irréaliste. Si la relation fonctionnelle ($\Delta = 3 * \log_2(C_{CO_2}/280)$) entre l'augmentation de température et la concentration de CO₂ est utile pour les calculs de coin de table, elle ne peut pas être utilisée pour prendre des décisions intertemporelles, car elle ignore l'inertie du système climatique. La température globale s'adapte aux concentrations de GES (et à d'autres facteurs) avec un retard de plusieurs décennies. C'est la raison pour laquelle nous ne discuterons plus les résultats en température et nous nous intéresserons seulement aux résultats en concentration.

On peut à la rigueur juger ces simplifications acceptables pour réduire la complexité du modèle. Mais l'analyse des résultats doit alors être conduite avec prudence, car un certain nombre de phénomènes sont en réalité oubliés. Si les propriétés qualitatives sont *a priori* conservées, les résultats de l'optimisation sont à prendre avec beaucoup de circonspection.

Indépendamment du lien entre concentration et qualité de l'environnement, la loi d'évolution conduit à des évolutions irréalistes des concentrations en CO₂. Cette loi néglige les interactions complexes entre l'atmosphère, l'océan et le cycle du carbone, mais fonde toutes ces interactions en une seule loi linéaire. En effet nous avons $C_{t+1} = \xi Y_t + C_t + \delta(C_t - C_{disaster})$. Le premier terme représente les émissions venant de la production du bien sale Y_d , le second est le terme de régénération, c'est-à-dire les puits de carbone naturels qui retirent le CO₂ de l'atmosphère. Ce terme de régénération diffère singulièrement de ce qu'on pourrait attendre d'une représentation fruste, où il serait par exemple proportionnel

à l'écart entre la concentration courante C_t et l'équilibre pré-industriel 280, par exemple $-\delta(C_t - 280)$.

Au contraire, le terme de régénération est proportionnel à l'écart entre la concentration courante C_t et la concentration de catastrophe C_{dis} . Cela entraîne deux caractéristiques importantes. Premièrement, les puits naturels de carbone, tels que représentés par le modèle, décroissent quand la concentration s'accroît. Quand la concentration atteint la concentration de catastrophe, les puits de carbone disparaissent, de telle sorte qu'il y a bien un point de non-retour, au-delà duquel la concentration ne peut plus redescendre, à savoir la concentration de catastrophe (d'où son nom). Deuxièmement, autour de la concentration pré-industrielle, les puits de carbone sont très actifs, puisque plus la concentration est éloignée de la concentration de catastrophe, plus grands sont les puits de carbone. Cela signifie que la concentration pré-industrielle est un équilibre dans la loi d'évolution d'AABH, uniquement parce que la dynamique a été limitée de manière exogène au niveau de la concentration pré-industrielle (ce qui se signale sur la figure 1.1 (a) par un plateau à droite de 0_s).

À première vue, la baisse des puits naturels à de hautes concentrations dans la loi d'évolution d'AABH semble une avancée par rapport à leur augmentation dans le modèle de référence DICE de Nordhaus (1994b) (en effet, les puits de carbone de DICE sont approximativement proportionnels à l'écart entre la concentration courante et la concentration de long terme¹⁶). Cependant, le choix d'une loi d'évolution linéaire pour modéliser cet important fait stylisé a pour conséquence fâcheuse que les puits naturels sont élevés près de la concentration pré-industrielle (tandis qu'ils disparaissent dans DICE). Cette caractéristique irréaliste permet un retour facile aux niveaux de concentration pré-industrielle, dans une courte période de temps dans le cas d'une politique d'atténuation. De plus, la capacité d'absorption ne sature jamais, ce qui signifie que les puits naturels sont "sans fonds" : quelles que soient les quantités de carbone qu'ils ont déjà absorbées, ils continueront à le faire.

Dans ce contexte, la calibration du paramètre δ de régénération de l'environnement, ou en d'autres termes de la taille des puits de carbone, pose de gros problèmes. D'ailleurs l'article ne spécifie pas quelle est la valeur utilisée. On peut cependant s'aider des sorties du modèle pour retrouver la valeur utilisée. Dans la simulation (Acemoglu et al., 2012, figure 1) avec $\epsilon = 10$, les émissions cessent rapidement et la hausse de température passe de 1,5 °C à 0 °C en quatre-vingts ans seulement ! Au niveau de la température, cette évolution est bien sûr trop rapide puisque l'on a négligé les mécanismes d'inertie (voir la discussion *supra*). Au niveau de la concentration sous-jacente de CO₂, cette évolution est également irréaliste. On peut en effet estimer la durée de vie du CO₂ dans les scénarios d'AABH autour de 50 ans. Mais cela ne concorde pas avec ce que l'on sait du système climatique.

16. Dans DICE 1999 et les versions précédentes, la concentration de long terme était la concentration pré-industrielle. Depuis DICE 2007, de manière plus réaliste, la concentration de long terme dépend du niveau total des émissions. Plus il y aura eu d'émissions, plus élevée sera la concentration d'équilibre. De telle sorte la concentration pré-industrielle n'est plus un équilibre de la dynamique.

Des simulations à partir de modèles climatiques, conduites par Archer (2005), montrent que la durée de vie¹⁷ du CO₂ anthropogénique est comprise entre 30 000 et 400 000 ans. Cette très longue durée de vie est causée par une part résiduelle de CO₂ qui prend un temps immense à être enlevée. En vérité, la décroissance du CO₂ atmosphérique est beaucoup plus lente qu'une décroissance exponentielle. Le profil de la concentration de CO₂ en fonction du temps montre une queue épaisse, à cause des interactions entre les différents réservoirs de carbone avec différents temps caractéristiques, et parce que de larges émissions de carbone peuvent induire une saturation du réservoir océanique (Archer, 2005 ; Archer et Brovkin, 2008).

Archer propose qu'une approximation, satisfaisante pour les débats publics, de la durée de vie du CO₂ anthropogénique soit « 300 years, plus 25 % that lasts forever ». Il n'y a pas de raison qu'une telle approximation ne puisse également satisfaire les économistes.

Pour tester l'effet du changement de loi d'évolution de l'environnement sur les résultats d'AABH, nous avons entièrement reprogrammé le modèle. Nous disposons donc de notre outil spécifique permettant de refaire les calculs d'AABH conduisant à leurs figures, ainsi que des calculs complémentaires pour procéder à des analyses de sensibilité sur des paramètres ou des variations de forme fonctionnelle. Nous détaillons dans le paragraphe suivant (1.3.1) comment le modèle est calibré et comment nous avons pu le reproduire. On s'intéresse ici aux sorties du modèle données par AABH, à savoir : la température, la taxe sur les inputs sales et la part du bien propre.

Nous avons modélisé la loi empirique donnée par Archer de la manière suivante : la concentration C_t de carbone est séparée entre $C_{1,t}$, une concentration naturellement dégradable et $C_{2,t}$, une concentration qui dure éternellement¹⁸. Les puits de carbone suivent alors une courbe en cloche : la régénération naturelle est 0 quand la concentration dégradable est à son niveau pré-industriel. Elle croît dans un premier temps, puis revient à 0 quand la concentration totale est égale à C_{dis} . Cela peut s'écrire :

$$\begin{cases} C_{2,t+1} = 0,25 \cdot \xi Y_{dt} + C_{2,t} \\ C_{1,t+1} = 0,75 \cdot \xi Y_{dt} + C_{1,t} - \delta(C_{dis} - C_{1,t} - C_{2,t})(C_{1,t} - 280) \end{cases} \quad (1.10)$$

Cette formulation combine les caractéristiques séduisantes des lois d'AABH et de DICE : les puits de carbone sont faibles au voisinage de l'équilibre pré-industriel, ils augmentent puis ils diminuent à l'approche de la concentration de catastrophe.

En laissant les paramètres économiques à la valeur privilégiée par AABH ($\epsilon = 10$, $\rho = 0,015$), nous avons remplacé la loi d'évolution d'AABH par la loi d'Archer. Les résultats des simulations du modèle AABH sont reportés en figure 1.6. Si

17. La durée du CO₂ en concentration ne doit pas être confondue avec la durée de vie dans l'atmosphère des molécules individuelles de CO₂, voir Archer et al. (2009) pour une discussion. AABH semblent être victimes de cette confusion.

18. La durée de vie de ce stock de carbone est en réalité de l'ordre de la centaine de milliers d'années.

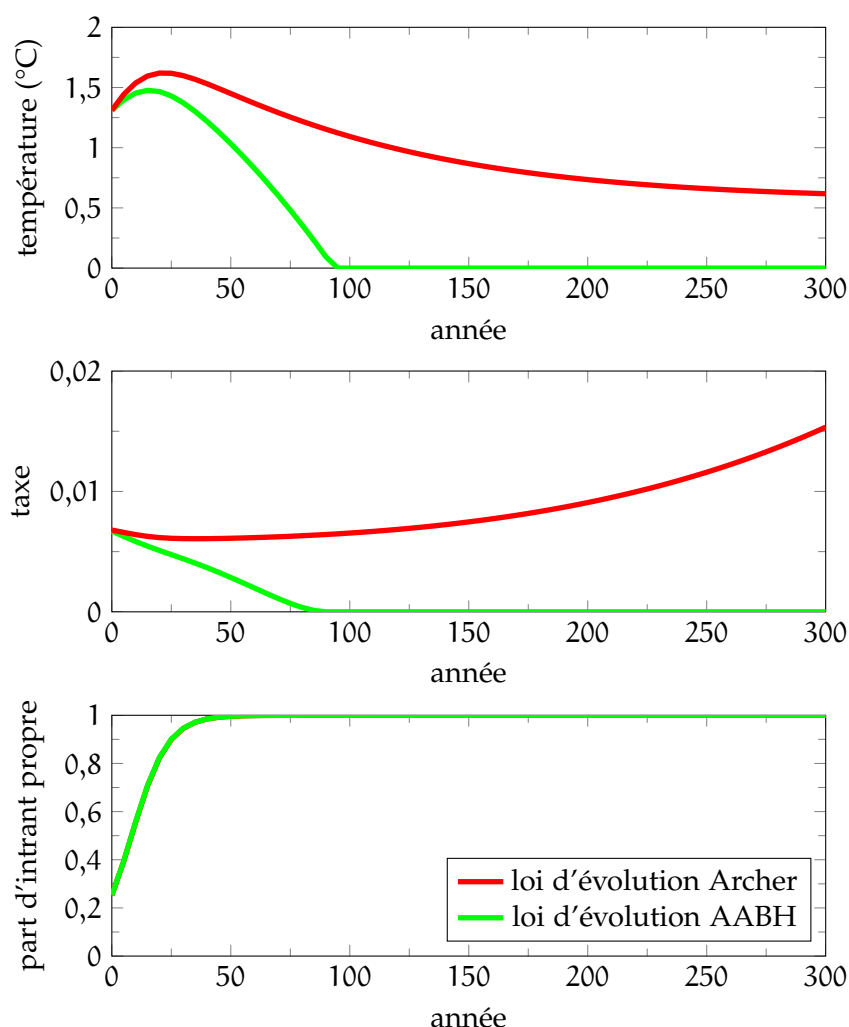


FIGURE 1.6: Comparaison du modèle AABH avec deux lois d'évolution de la concentration en CO_2

la transition vers les biens propres est inchangée, la taxe sur le bien sale a en revanche un comportement différent : il augmente là où la taxe chez AABH diminue. De plus, en raison de la présence d'une accumulation du quart des émissions à long terme, on ne parvient jamais dans un régime où les émissions ne provoquent aucune externalité (ce qui est le cas chez AABH, lorsque le niveau d'émissions est inférieur à l'absorption naturelle).

La loi d'évolution d'Archer, avec une courbe en cloche, pose également des problèmes de calibration¹⁹. Elle n'est donc pas satisfaisante pour incorporer directement les enseignements des modèles climatiques de circulation générale. Joos et al. (1999) ont montré que les modèles climatiques de circulation générale se laissent bien représenter par des fonctions-réponses non linéaires. Sans aller jusqu'à ce niveau de détail, une fonction-réponse, qui respecte les généra-

19. Des essais de calibration effectués par nos soins sur les données historiques montrent l'instabilité des coefficients. Ce n'était cependant pas trop grave, car le but de cette loi était plus d'illustrer certains mécanismes prospectifs, dans le domaine des +2 + 3 °C, que d'arriver à reproduire les évolutions à faible concentration.

tions d'émissions, serait préférable. Sur la base des mêmes travaux (Archer, 2005 ; Archer et al., 2009), la proposition de Golosov et al. (2011), qui distingue des générations d'émissions, nous paraît plus maniable.

Si, en dépit des critiques précédentes, on souhaitait conserver la loi d'évolution donnée par AABH, il faudrait adapter la calibration aux hypothèses implicites précédemment. Avec les calibrations de l'article, $S = 0$ correspond à $C_{\text{disaster}} = 1120$ (soit une augmentation de température de $\Delta_{\text{disaster}} = 6^\circ\text{C}$ selon la règle simplifiée). Cette concentration est véritablement un état dégradé de l'environnement (6°C sépare une ère glaciaire du régime climatique actuel). Cependant, l'analyse de la loi d'évolution du modèle AABH en 1.2.2 a montré que l'état $S = 0$ devait être interprété comme la frontière du bassin d'attraction de l'état stable initial. Dans le cas du système climatique, si ces notions ont un sens, cela signifie la frontière à partir de laquelle des changements abrupts du système climatique peuvent intervenir.

Les climatologues ont identifié des éléments du système climatique où des changements brutaux peuvent intervenir, comme la glace de mer arctique, la calotte glaciaire du Groenland, la circulation atlantique thermohaline, la forêt équatoriale amazonienne, etc. Les possibles points de bascule de ces éléments critique du système climatique seraient localisés majoritairement entre 2°C et 5°C (Lenton et al., 2008). On peut considérer ces points de bascule de larges portions du système climatique, comme des points de bascule du système climatique lui-même, dans la représentation stylisée du modèle AABH. C'est pourquoi une valeur de $C_{\text{disaster}} = 700$ (qui correspond à $\Delta_{\text{disaster}} = 4^\circ\text{C}$) est cohérente avec le modèle AABH.

Nous pouvons voir l'effet du changement de ce paramètre grâce à notre reprogrammation du modèle. Avec les nouvelles valeurs de C_{disaster} , le budget carbone disponible se réduit, ce qui accroît les coûts de décarbonation de l'économie. Une valeur de Δ_{dis} égale à $+4^\circ\text{C}$ au lieu de $+6^\circ\text{C}$ diminue de moitié la taille de puits de carbone. En gardant inchangés les paramètres économiques (en particulier l'élasticité de substitution et le taux de préférence pure pour le présent), la taxe carbone initiale est alors multipliée par environ 3,5. Si l'on adopte une valeur de Δ_{dis} égale à $+3^\circ\text{C}$, la taxe est à nouveau multipliée par environ 2,4, ce qui fait une multiplication par 8,3 par rapport à la valeur obtenue avec $+6^\circ\text{C}$. Les résultats sont présentés sur la figure 1.7. Ce paramètre a donc une influence conséquente sur les faibles valeurs des taxes carbone, puisque la taxe carbone est presque décuplée ; l'effet est non-linéaire, il est d'autant plus important que la valeur de désastre se rapproche des valeurs actuelles. Avec moins de marges de manœuvre, en raison d'un état dangereux plus proche, la transition fait un appel plus conséquent à la taxe : il est en effet nécessaire de plus limiter les émissions à court terme. La discussion de la partie suivante rendra plus claire pourquoi la part des intrants propres est peu sensible au niveau de la taxe.

Acemoglu et al. (2012) utilise un modèle linéaire d'évolution de l'environnement pour étudier l'interaction entre les secteurs propres et sales de la production et leurs liens avec la pollution. Il s'agit d'une évolution nécessairement simplifiée, mais cette simplification n'est acceptable que si on garde en mémoire les hypothèses simplificatrices. Celles-ci sont relativement fortes et ne sont qu'implicites

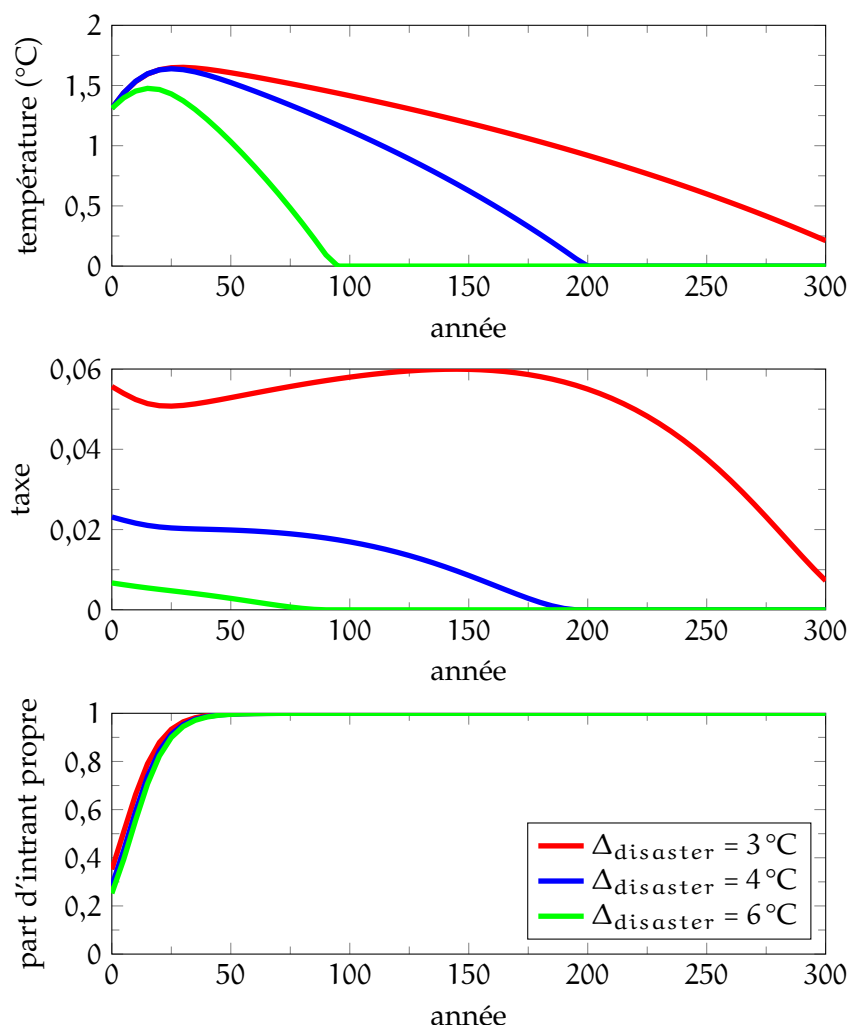


FIGURE 1.7: Comparaison du modèle AABH avec différents seuils de catastrophe

dans l'article. L'hypothèse la plus critique est l'identification par le ménage représentatif de la limite du bassin d'attraction de l'environnement de haute qualité. Nous avons sorti ces hypothèses de l'obscurité. En ce qui concerne le changement climatique, l'évolution simplifiée n'est pas pertinente. Une évolution plus complexe, mais plus proche de la réalité, peut être introduite sans efforts théoriques.

L'analyse de la loi de l'environnement dans AABH montre donc une certaine désinvolture à l'égard des réalités qui sont modélisées par des équations mathématiques. L'équation d'évolution est trop stylisée pour représenter les mécanismes significatifs du changement climatique. Les hypothèses implicites de la stylisation choisie ne sont pas comprises, ce qui conduit à des choix de paramètres contradictoires avec la dynamique de la loi d'évolution. L'élaboration du modèle semble guider par la simplicité mathématique des formules plus que par la représentation correcte et contrôlable de la réalité modélisée. Les préoccupations de réalisme ou de crédibilité des résultats semblent complètement absentes. Cette attitude paraît bien peu scientifique.

1.3 UN CONTRÔLE OPTIMAL POUR ÉVITER LA CATASTROPHE

Nous avons pour l'instant analysé les briques élémentaires du modèle AABH, à savoir le module économique avec son moteur de croissance et le module environnemental avec l'équation d'évolution de l'environnement. Nous nous intéressons maintenant aux résultats tirés de la jonction de ces deux modules, c'est-à-dire à l'analyse des conséquences sur l'environnement de l'activité économique, et, en retour, des rétroactions de l'environnement sur l'économie.

[Acemoglu et al. \(2012\)](#) proposent plusieurs résultats. D'abord, ils montrent que, en situation de laissez-faire, l'activité économique polluante conduit l'environnement dans son état catastrophique. En situation de laissez-faire, il n'y a en effet pas de rétroactions de l'environnement sur l'économie, qui poursuit de manière autonome son évolution en se reposant sur les activités polluantes. Ensuite, ils s'intéressent à la politique optimale que conduirait un planificateur. Un planificateur cherche à maximiser le bien-être intertemporel. Comme l'activité polluante dégrade l'environnement et donc le bien-être, le planificateur est conduit à écarter l'économie de son évolution de laissez-faire.

AABH montrent que la politique optimale peut être décentralisée²⁰ grâce à une taxe sur le bien intermédiaire sale et une subvention à la recherche propre. La subvention dirige les progrès de productivité dans le secteur propre uniquement, tandis que la taxe sur le bien sale modère son usage dans la production du bien final.

Le mécanisme général²¹ est un mouvement de bascule de la recherche, c'est-à-dire des hausses de productivité, du secteur sale vers le secteur propre. Les hausses de productivité ont lieu initialement dans le secteur sale uniquement, elles font donc baisser les coûts de production du bien intermédiaire sale, qui devient de plus en plus compétitif par rapport au bien propre. La production de bien final repose donc de plus en plus sur le bien intermédiaire sale. La redirection de la recherche vers le secteur propre permet de stopper les gains de productivité dans le secteur sale : les gains de productivité, obtenus par la recherche dans le modèle, ont maintenant lieu uniquement dans le secteur propre. Ses coûts de production baissent donc, et, il devient à terme compétitif par rapport au bien sale. La demande se dirige essentiellement vers le secteur propre. L'économie peut alors à nouveau être laissée à elle-même car les gains de productivité sont réalisés automatiquement dans le secteur propre. La production du bien final dépend de plus en plus du bien propre, la production polluante décroît exponentiellement.

Dans ce mécanisme de transition entre deux biens intermédiaires, l'essentiel est bien de rediriger les hausses de la productivité vers le secteur propre pendant suffisamment longtemps pour que la productivité du secteur propre rattrape celle du secteur sale. Lorsque cette redirection est obtenue à l'aide de subvention à la « recherche », il serait possible de se passer de la taxe sur le bien sale. Celle-ci a principalement deux effets : elle permet de modérer l'usage du bien

20. En réalité, ce résultat est inexact lorsque la politique optimale passe par des allocations de la recherche qui sont des équilibres instables, voir notre discussion en [1.1.1](#).

21. Nous décrivons ici le mécanisme dans le cas où le bien sale et le bien propre sont des substituts bruts. C'est le cas considéré dans les applications numériques d'AABH, parce qu'il serait « empiriquement plausible », cf. notre discussion en [1.3.2](#).

sale lorsque celui-ci est encore plus compétitif que le bien propre ; en taxant le bien sale, elle diminue le niveau de subvention nécessaire pour ré-orienter la recherche. La taxe réduit donc les émissions à court terme mais n'est pas essentielle dans la transition. Alternativement, on pourrait également se passer de la subvention à la recherche et ne se servir que de la taxe pour réorienter les gains de productivité. Le niveau de taxe est alors plus fort, entraînant à court terme une baisse plus prononcée de la production finale. AABH montrent la supériorité en terme de bien-être d'une association d'une subvention et d'une taxe, par rapport à une taxe seule (le cas d'une subvention seule n'est pas mentionnée). Ils montrent également qu'un délai de la redirection est coûteux : c'est normal puisqu'alors l'économie approfondit sa spécialisation dans la production de bien sale, en conséquence le rattrapage de productivité dans le secteur propre prend plus de temps.

Nous avons rappelé les principaux résultats du modèle AABH en insistant sur les mécanismes saillants. La question est de savoir si le modèle apporte quelque chose de plus que ces faits schématiques et un peu banals. On s'intéresse dorénavant plus spécifiquement aux évaluations numériques d'[Acemoglu et al. \(2012\)](#), qui sont censées être représentatives des forces économiques en présence dans le cas du changement climatique. Nous montrons dans un premier temps que les résultats qualitatifs annoncés s'écartent des résultats numériques effectivement obtenus, et ne justifient pas l'optimisme affiché. Dans un deuxième temps, on questionne la pertinence du choix de l'élasticité de substitution entre les biens propre et sale, c'est une substituabilité relativement forte pour faciliter la transition. Ensuite, on s'attache à corriger une incomplétude du modèle AABH, qui ne permet pas de comparer le retour de l'investissement dans la recherche par rapport à d'autres investissements. Enfin, on considère la structure de taxation induite par la politique optimale.

Dans chacune des parties, en s'intéressant à d'autres variables que celles mises en avant par les auteurs, on constate que le modèle est incontrôlable. En observant le modèle AABH par d'autres lorgnettes que celle des auteurs, on s'aperçoit qu'il échoue à produire une représentation cohérente de la réalité économique qu'il prétend décrire. Le tour de force théorique se transforme en échec pratique. Le divorce entre les résultats numériques et l'élégant raisonnement numérique pose des questions de méthode pour une science qui ne fait pas de l'évaluation numérique de ces résultats un passage obligé.

1.3.1 *Des résultats trop optimistes ?*

Avant d'analyser les résultats numériques, nous devons présenter rapidement comment le modèle a été calibré. Nous avons déjà discuté (en [1.2.3](#)) les hypothèses de calibration du module environnemental. Nous nous intéressons maintenant à la calibration du module économique. Quelques éléments en ont déjà été détaillé. À la fin du [1.1.1](#), nous avons dit que les taux de croissance maximum de la productivité dans chacun des secteurs, les $\eta\gamma_j$, qui sont censés représenter des réalités micro-économiques, sont calibrés pour correspondre au taux macro-économique de croissance de long terme communément admis dans la communauté des économistes, soit 2%. Le paramètre α , qui intervient dans la

fonction de production sectorielle (cf. équation 1.2), vaut $1/3$. Ce choix est standard, mais n'est pas sans poser problème pour la cohérence de ce modèle (cf. la discussion du 1.3.4). Le paramètre ϵ prend différentes valeurs (3 ou 10), mais correspond toujours à une substituabilité suffisante entre les biens intermédiaires (cf. paragraphe suivant 1.3.2). Le taux d'actualisation du planificateur ρ prend aussi différentes valeurs.

Pour connaître l'évolution dynamique des équations 1.5, il est essentiel de calibrer des productivités A_j dans les deux secteurs. Les A_j sont calibrés de telle sorte que le volume de biens intermédiaires sales ou propres soit égal aux productions mondiales d'énergie *primaire* fossile ou non-fossile.

Le modèle AABH permet le calcul de l'évolution de l'économie en régime de laissez-faire ou bien en régime de contrôle optimal lorsqu'est prise en compte l'externalité climatique causée par le bien sale. En régime de laissez-faire, l'économie croît à un taux de 2%. La politique de contrôle optimale entraîne des déviations à la baisse par rapport au taux de croissance en régime de laissez-faire. La taxe-carbone force le producteur de bien final à utiliser plus de bien propre, qui coûte plus cher à produire. Dans le même temps, une subvention aux chercheurs dirige les gains de productivité vers le secteur propre, qui est initialement peu productif. Le taux de croissance de la productivité s'applique donc au secteur propre, dont la taille est faible, alors que la productivité dans le secteur sale, de taille plus importante, stagne. Au niveau général, il en résulte donc un taux de croissance réduit. Le taux de croissance de la production rejoint peu à peu celui de la productivité, à mesure que la taille du secteur propre grossit et finit par dominer celle du secteur sale.

Ce schéma général est illustré dans Acemoglu et al. par trois exercices numériques, avec deux élasticités de substitution entre le bien propre et le bien sale $\epsilon = 3, 10$. De manière attendue, ils trouvent que la subvention à l'innovation réduit le montant de la taxe carbone par rapport à l'usage de la seule taxe. En effet, la taxe carbone n'est alors plus utilisée pour rediriger la recherche, ce qui est fait grâce aux subventions, mais seulement pour réduire l'utilisation à court terme du bien intermédiaire sale. De façon plus intéressante, ils pensent que la subvention peut éviter des taxes excessives, ils affirment également que la taxe est en place de façon temporaire. Malheureusement, l'article ne donne pas le niveau considéré par les auteurs comme étant excessif, ni les durées pendant lesquelles la production sale doit être taxée.

Nous avons là un écueil typique de la démarche de la théorie économique. Le schéma théorique est considéré comme satisfaisant en lui-même, même lorsqu'il constitue une abstraction outrancière de la réalité. On peut ainsi se permettre de ne pas donner des chiffres qui correspondent aux abstractions utilisées. Le caractère scientifique de l'économie ne repose alors plus sur son aspect quantitatif mais sur la seule cohérence logique. Pour apprendre malgré tout quelque chose sur la réalité, il faut tenter de construire un pont entre le modèle théorique et la réalité, de manière à rendre tangibles les abstractions théoriques. C'est là le moyen d'appréhender les ordres de grandeur impliqués par le modèle et donc d'en vérifier le caractère sensé. Pour ce faire, nous avons donc programmé le modèle AABH, de manière à reproduire les exercices numériques d'AABH et à procéder à des tests complémentaires. Le modèle est suffisamment simple et l'article donne suf-

fisamment d'informations pour qu'il soit possible de le calibrer et de reproduire ainsi les résultats.

Nous nous concentrons sur deux éléments : le niveau de la taxe carbone et les taux de croissance de l'économie. Disposer du modèle complet, entièrement reprogrammé, permet d'estimer le montant de la taxe ainsi que les coûts de la transition induits par le passage de la politique de laissez-faire à la politique optimale. Ces derniers ne sont pas non plus donnés dans l'article.

Le modèle AABH est formulé avec une taxe τ sur le bien sale. Le produit de cette taxe est $\tau \hat{p}_d Y_d$ pour une production sale de Y_d et une production totale de Y . Cette production correspond²² à une valeur ajoutée, ou PIB, de $(1 - \alpha^2)Y$. Pour calculer le montant de la taxe en $\$/\text{tCO}_2$, il nous faut un coefficient de proportionnalité, donné par la référence à la date initiale. La taxe carbone est donc donnée par $\tau \hat{p}_d Y_{d0} / ((1 - \alpha^2)Y) \cdot \text{GDP}_0 / E_0$, elle est proportionnelle à la taxe sur les intrants sales τ multipliée par le prix du bien sale. Le coefficient de proportionnalité est reliée à l'inverse de l'intensité carbone du PIB mondial²³.

Examinons les résultats reportés dans la table 1.1. La taxe n'est vraiment faible que lorsque l'élasticité de substitution vaut $\epsilon = 10$. Dans ce cas, elle débute autour de $10 \$/\text{tCO}_2$ et décroît ensuite. Une taxe initiale modérée à $45 \$/\text{tCO}_2$ est possible lorsque $\epsilon = 3$, quand un taux de préférence pure pour le présent très faible ($\rho = 0,001$) valorise très fortement les dommages climatiques de long terme. Mais cette taxe n'a rien de temporaire, contrairement à ce que les auteurs avancent, puisqu'elle reste en place pendant plus d'un siècle et demi. Avec $\epsilon = 3$ et $\rho = 0,015$, même une taxe carbone atteignant $400 \$/\text{tCO}_2$ après 50 ans (avec un montant de prélèvement proche de 26 % du produit total) n'est pas suffisante pour éviter un changement climatique catastrophique.

TABLE 1.1: Taxe carbone ($\$/\text{tCO}_2$) dans les trois scénarios AABH

Années	5	25	50	75	100	125	150
$\epsilon = 10, \rho = 0,015$	11	9,7	7,2	2,9	0	0	0
$\epsilon = 3, \rho = 0,001$	53	54	59	68	84	100	120
$\epsilon = 3, \rho = 0,0015$	84	180	450	550	690	900	1200

L'examen de l'évolution de la taxe rend évidentes trois choses. La première est la sensibilité forte des résultats à l'élasticité de substitution, la seconde est le caractère contre-intuitif du comportement de la taxe, au regard d'autres analyses. On s'attendrait à ce qu'un taux d'actualisation plus faible conduise à une taxe plus élevée. On voit que dans le cas $\epsilon = 3$, un taux d'actualisation plus faible conduit à une taxe plus faible. La raison en est que la composition sectorielle de l'économie est affectée prioritairement par l'évolution des productivités et non par la taxe. Dans le cas $\epsilon = 3, \rho = 0,001$, la perte de croissance due à la réorientation est retardée pour ne pas engendrer de trop forte perte d'utilité. La recomposition sectorielle de l'économie intervient alors trop tard pour éviter la

22. Voir discussion du 1.3.4.

23. Nous avons utilisé une intensité carbone mondiale de $E_0/\text{GDP}_0 = 0,5 \text{ kCO}_2/\$$.

catastrophe environnementale. Les dommages engendrés sont importants, ce qui justifie une taxe plus forte que dans le cas où $\rho = 0,001$, où la réorientation des hausses de productivité vers le secteur propre est engendrée immédiatement, ce qui maintient l'environnement proche de son état de bonne qualité.

TABLE 1.2: Taux de croissance de la production totale dans les trois scénarios AABH

Années	5	10	15	20	25	50	75	100
$\epsilon = 10, \rho = 0,015$	0,36	0,65	1,0	1,2	1,5	2,0	2,0	2,0
$\epsilon = 3, \rho = 0,001$	0,25	0,54	0,59	0,65	0,71	1,0	1,3	1,6

Regardons maintenant de plus près les taux de croissance. Dans le cas favorable, où $\epsilon = 10$, la politique climatique a un impact négatif très fort sur le taux de croissance, alors que le montant de la taxation n'atteint que 0,5 % du produit final. La « phase de transition de faible croissance » dure tout de même quarante ans et commence avec une croissance de seulement 0,5 % durant la première décennie (voir la table 1.2). Cela représente une division par quatre par rapport au scénario de laissez-faire²⁴, ce qui est au-delà des scénarios les plus pessimistes des modèles empiriques (Fisher et al., 2007) et rendrait les politiques climatiques inacceptables d'un point de vue politique. Cette faible croissance est liée à la durée du rattrapage de la productivité dans le secteur propre. Lorsque $\epsilon = 10$, il faut quelques décennies pour que le secteur propre soit le secteur prépondérant de l'économie. Dans le cas où $\epsilon = 3$, le rattrapage en productivité est encore plus long, parce qu'il est moins facile de substituer les biens intermédiaires. On voit alors que dans ce scénario, même au bout de cent ans, la croissance de la productivité n'a pas alors rejoint son rythme de long terme.

Il y a donc un hiatus entre l'optimisme proclamé des conclusions normatives d'AABH et le pessimisme véritable qui émane de leurs résultats numériques. Le mécanisme de bascule assure donc une transition relativement simple, puisqu'il est possible de réorienter assez facilement les gains de productivité d'un secteur à l'autre. Cela explique l'optimisme affiché d'AABH, mais qui n'est dû qu'au jeu spécifique d'hypothèses sur le changement technique qu'ils ont adopté. La simplicité du mécanisme se paie d'une stagnation de la croissance pendant la phase de bascule d'un secteur vers l'autre. La raison en est que l'économie repose entièrement sur le secteur qu'il faut abandonner. Ce défaut pourrait être corrigé par l'adjonction d'un tiers secteur, non affecté par la redirection, qui produirait un

24. Le taux de croissance au niveau mondial dans le scénario de laissez-faire est 2 %, ce qui est une hypothèse commune dans les travaux de prospective sur le long terme. À court et moyen terme cependant, il diffère des projections existantes : le FMI projette un taux de croissance de 4,7 % jusqu'en 2016, principalement dû au rattrapage des pays émergents. Nous ne savons pas comment le modèle AABH pourrait incorporer une phase de rattrapage et donner des taux de croissance réalistes à moyen terme. Partant d'une croissance plus forte dans le scénario de laissez-faire, le taux de croissance de l'économie en présence d'une politique climatique pourrait être plus élevé que 0,5 %, mais les émissions de référence seraient également plus fortes dans un premier temps, ce qui accroît d'autant le défi de la décarbonation de l'économie et impose des coûts plus élevés.

effet tampon. Mais il s'agirait là d'un autre modèle et c'est alors potentiellement l'ensemble de leurs conclusions qu'il faudrait revoir.

1.3.2 *Une négation de la rigidité des systèmes énergétiques*

Le cas le moins pessimiste dans les scénarios fournis par AABH repose sur une très forte élasticité de substitution entre les biens propres et sales. Bien qu'AABH fassent un appel consensuel à de plus amples recherches sur le sujet, ils indiquent que le cas $\epsilon = 10$ est « empiriquement plausible » étant donné que « combustibles fossiles et non-fossiles devraient être de proches substituts (du moins, une fois que les combustibles non fossiles peuvent être transportés efficacement) ». Il est possible que toutes les sources d'énergie soient un jour parfaitement substituables. Mais ce n'est pas le cas à court ou moyen terme, car ni le gaz naturel ni le charbon ne peuvent être aisément substitués aux combustibles liquides des moteurs à combustion interne. L'hétérogénéité des sources fossiles rend donc délicat de parler d'un combustible fossile de manière agrégé. Du côté des énergies non fossiles, le problème principal est leur stockage plus que leur transport, et c'est ce qui les rend non substituables à moyen terme avec les sources fossiles qui servent d'appoint. La séparation entre une énergie propre homogène et une énergie sale homogène est donc une vue de l'esprit. Plaquer une élasticité de substitution sur ces agrégats hétérogènes a donc toutes les chances de conduire à des erreurs de raisonnement.

D'un point de vue empirique, un accroissement de 1 % des prix relatifs des énergies fossiles n'a jamais historiquement déclenché une baisse de 10 % de leur part relative dans les marchés de l'énergie en une période de cinq ans. Par exemple, les élasticités de substitution entre énergies fossiles, calculées sur la période 1955-1970 pour différents pays européens, s'échelonnent approximativement entre 1,5 et 4,5. Les élasticités supérieures à 4,5 sont rares et se trouvent principalement au Royaume-Uni. En France, l'élasticité la plus forte est de 3,5 pour la substitution pétrole et charbon dans le secteur domestique (Percebois, 1989, p. 163). La raison fondamentale en est que le stock de capital pour des éléments déterminants du système énergétique dure plus de 50 ans (Ha-Duong et al., 1997 ; Davis et al., 2010). Une élasticité de substitution de 10 est donc exagérément optimiste.

L'élasticité de court et moyen terme est déterminée par une inertie du stock existant d'équipements et par les contraintes techniques imposées par les industries transformatrices de l'énergie, qui transforment l'énergie primaire en énergie finale et en services énergétiques spécifiques. Dans des modèles très agrégés, la nature inerte des équipements techniques installés devrait conduire à spécifier un capital agrégé avec un taux de dépréciation limité et des opportunités restreintes pour une substitution à court terme. Mais le modèle AABH ne comporte pas de stock de capital qui permette de contrôler ces hypothèses.

Il existe une littérature abondante chez les économistes énergéticiens sur la substituabilité, mais la comparaison avec les hypothèses prises par AABH est malaisée car AABH considère l'énergie primaire au lieu de l'énergie finale²⁵.

Essayons malgré tout de lier l'élasticité de substitution du modèle AABH avec des données disponibles sur l'élasticité-prix. Nous supposons que l'élasticité-prix de la demande pour le bien sale, calculée à coût du bien final et aux autres prix constants, est équivalente à l'élasticité-prix de la demande du consommateur (à revenu fixe) pour le bien sale²⁶. Avec la calibration d'AABH, cela donne une élasticité-prix de la demande en bien sale de $-1,5$ quand $\epsilon = 3$, et de $-2,4$ quand $\epsilon = 10$. Des méta-analyses (Espey, 1998; Goodwin et al., 2004) de l'élasticité-prix de l'essence²⁷ donnent une valeur comprise entre $-0,3$ et $-0,6$. Il n'y a pas de telles méta-analyses pour le charbon mais Dahl (1993) a rassemblé les quelques rares résultats et se prononce en faveur d'une réponse inélastique au prix et au revenu, indiquant une élasticité-prix supérieure à -1 .

Comme l'élasticité-prix est supérieure à -1 seulement quand $\epsilon < 1$, l'élasticité de substitution est très certainement en-dessous de 1. Avec une valeur plus plausible de $\epsilon = 0,5$, le modèle rend impossible la stabilisation du changement climatique sans arrêter la croissance de long terme (voir la figure 1.8); la taxe carbone commence, dans ce nouveau scénario à $350 \text{ \$/tCO}_2$ et atteint $1000 \text{ \$/tCO}_2$ trente ans plus tard.

Une élasticité de substitution plus faible que 1 peut sembler aberrante. Cela implique en effet que la part relative des dépenses en énergie sale augmente alors même que le prix relatif de l'énergie propre diminue. Cela peut être troublant, mais est réaliste à court terme (une période dure cinq ans dans le modèle AABH) à cause de l'inertie des équipements installés et de la nécessité de coupler l'énergie sale pour produire de l'énergie propre. Évidemment à long terme, un prix plus faible de l'énergie doit induire une part croissante des dépenses en énergie propre. Une des clefs pour aborder les problèmes énergétiques est donc de distinguer entre court terme et long terme. Cette distinction entre l'élasticité de court terme et de long terme (sur quelques décennies) ne peut pas être prise en compte dans un modèle avec une fonction de production CES, qui est, par construction, à élasticité de substitution constante. Avec une élasticité différente à court terme et à moyen terme, le modèle aurait sans doute exhibé des coûts de transition encore plus importants que ceux déjà trouvés dans le modèle AABH.

L'absence de distinction entre relative rigidité à court terme et relative flexibilité à long terme ne permet pas de savoir si le modèle AABH est adéquat pour capter les effets d'une transition entre deux secteurs énergétiques. L'autre question posée par la modélisation du système énergétique par une fonction de production CES est celle de l'agrégation des différents types d'énergie dans deux

25. L'élasticité de substitution entre énergies primaires ne fait pas sens techniquement à cause des efficacités hétérogènes des canaux de transformation de l'énergie primaire en énergie finale, sans parler des conventions comptables de construction des bilans énergétiques.

26. Dans le modèle AABH, un bien final est fait de deux biens intermédiaires. Nous pouvons aussi bien représenter ce modèle par un consommateur qui consomme directement les biens intermédiaires; la fonction de production du bien final est alors insérée dans la nouvelle fonction d'utilité du consommateur. Des calculs donnent que l'élasticité-prix de la demande de bien sale Y_d est $-\epsilon - (1 - \epsilon)/(1 + (Y_c/Y_d)^{(\epsilon-1)/\epsilon})$, avec une calibration AABH de $Y_c/Y_d \approx 0,16$.

27. qui représente 30% de la consommation finale d'énergie et 17% d'émissions de CO_2 du secteur énergétique.

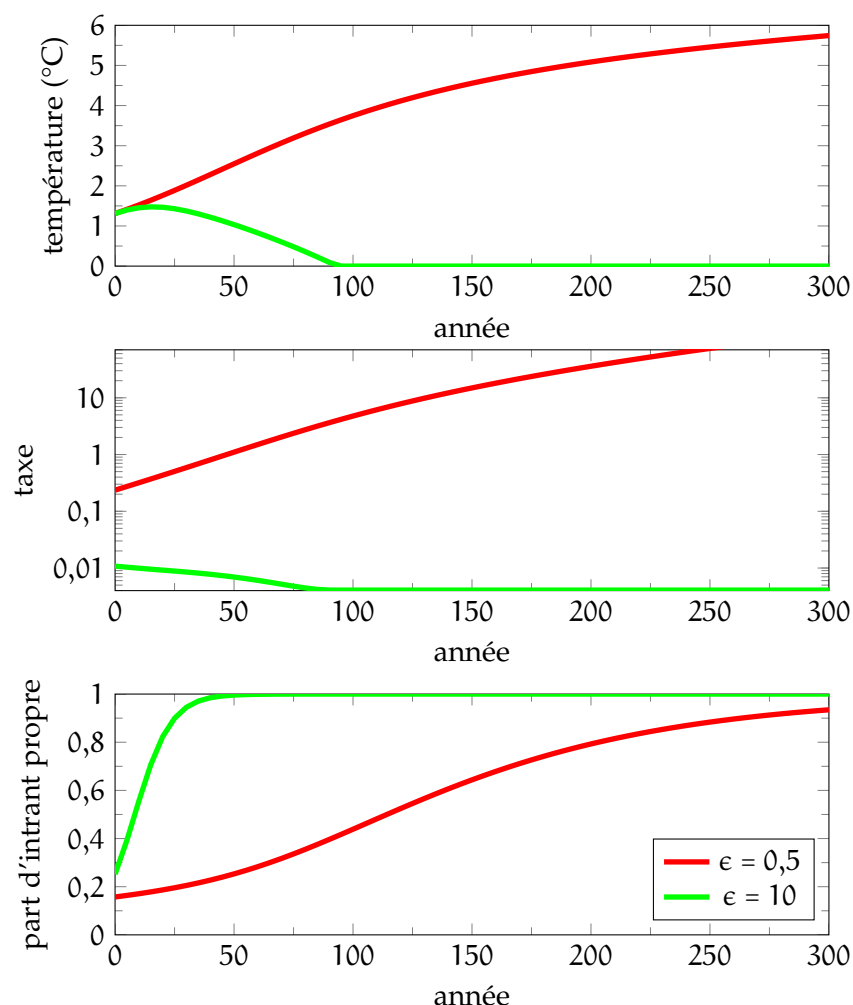


FIGURE 1.8: Comparaison du modèle AABH avec différentes substituabilités des biens intermédiaires : $\epsilon = 10$ (substituts forts) ou $\epsilon = 0,5$ (compléments) avec $\rho = 0,015$

facteurs seulement. Quel est le sens, autre que purement spéculatif, d'agréger des quantités d'énergie selon leur caractère propre ou sale, et de considérer l'élasticité de substitution entre elles ? L'agrégation de réalités hétérogènes vide de sens le concept même de substitution. Celle-ci n'a plus de signification technique mais relève d'un artefact lié à l'angle d'analyse. Il n'est donc pas sûr que le contrôle numérique des élasticités de court terme ou de long terme soit possible à un tel niveau agrégé, tout comme il ne paraît guère possible d'incorporer dans ce modèle l'expertise des énergéticiens pour dompter les paramètres par des réalités techniques.

C'est là un écueil bien connu de l'économie de l'énergie. Les premières modélisations stylisées ont fait usage de fonctions de production étendues, ajoutant aux deux facteurs connus de capital et de travail, l'énergie et parfois la matière (fonctions KLE ou KLEM). Ces fonctions de production agrégée ne renvoient à aucune réalité technique et leur calibration s'avère difficilement contrôlable. Dans leur analyse systématique de milliers d'exercices numériques, [Fron del et Schmidt \(2002\)](#) pointent du doigt la difficulté d'aboutir à des visions cohérentes de la sub-

stitution entre l'énergie et les autres facteurs de production (capital, travail) grâce à des fonctions de production estimées sur des données de parts dans les coûts (*cost share*). On touche donc à des problèmes beaucoup plus fondamentaux sur le sens des fonctions de production et des manières de les calibrer. Au chapitre 3, nous nous attaquerons en profondeur à ces problèmes et nous reviendrons sur le sens qu'il faut attribuer à ces exercices numériques fondés sur des fonctions de production agrégée.

1.3.3 *Un modèle de croissance exogène à la direction endogène*

Selon l'analyse du moteur de croissance (cf. 1.1.1), la dynamique macro-économique se réduit à un jeu entre les productivités du secteur sale et du secteur propre (équation (1.5)). L'évolution des productivités est gouvernée par la proportion de chercheurs dans chacun des deux secteurs (équation (1.6)). La croissance maximale de chacune des productivités est en revanche exogène, fixée à $\gamma_j \eta_j$. Dans ce modèle, la croissance est bien endogène : en effet des productivités différentes de chaque secteur, combinées à des taux de croissance différents, engendrent un taux de croissance endogène de l'économie. Cependant le taux de croissance de long terme est une fonction directe des taux de croissance maximale des productivités sectorielles, qui sont eux exogènes. Le modèle de croissance est ainsi incomplètement endogène : la croissance est pilotée par le partage de l'effort de recherche entre les secteurs, mais non également par les hausses maximales des productivités sectorielles. Si l'on comparait ce modèle à une voiture, il n'aurait qu'un volant, avec lequel on pourrait partager la recherche entre les différents secteurs, mais pas d'accélérateur pour doser la puissance du moteur.

Les équations du modèle font apparaître un monde où l'activité de recherche, le moteur de la croissance, est déconnectée de l'économie. Les variables macro-économiques influent uniquement sur le secteur où s'effectue la recherche. Mais, quoiqu'il arrive à l'économie, les chercheurs cherchent. Ceux-ci forment un continuum, normalisé à $[0, 1]$ complètement indépendant du continuum des travailleurs. Le nombre de chercheur est fixe, et l'activité de recherche ne demande aucune part du produit. Le progrès technique apparaît comme une manne, très semblable à la manne céleste que l'on reprocha aux premiers modèles de Solow.

Les modèles de croissance endogène rendent généralement le progrès technique coûteux sous la forme par exemple d'un arbitrage dans l'épargne entre l'investissement pour accroître le stock de capital et la recherche pour développer les connaissances. Ainsi la productivité de la recherche peut être comparée à d'autres investissements rentables dans l'économie. Dans les modèles où on considère des entrepreneurs schumpéteriens (voir les modèles de croissance endogène dans les modèles de [Aghion et Howitt \(1998\)](#) ou de [Barro et Sala-i-Martin \(2004\)](#)), il y a généralement une condition de libre-entrée dans le secteur de recherche, qui en dose la taille. Dans le modèle AABH, tous ces mécanismes d'arbitrage sont absents : pas de capital, pas d'investissement, pas de taux d'intérêt. Les chercheurs sont figés dans leur activité. Dans ce modèle, le progrès technique ne coûte rien. Cela est particulièrement gênant car ce modèle qui s'efforce de représenter le progrès technique et sa direction ne peut pas statuer sur la productivité véritable de la recherche. Il ne peut donc pas dialoguer avec d'autres modèles

proposant d'autres sources de productivité, à savoir, parmi celles que nous avons proposées, la réorganisation des entreprises et des filières ou l'apprentissage par le métier.

Essai d'endogénéisation complète

On peut tenter de corriger ce problème pour voir quel est le coût de la recherche dans le modèle AABH. L'objectif est de parvenir à chiffrer les coûts de l'activité de recherche et donc sa rentabilité. Prendre au sérieux la micro-fondation du modèle AABH nous fournit une indication sur la manière de procéder. Dans le modèle, il y a une séparation entre deux types d'agents micro-économiques : les travailleurs qui offrent leur travail dans les différents secteurs productifs et les chercheurs qui cherchent pour augmenter la productivité. Cette séparation est une barrière artificielle, puisque l'on pourrait imaginer qu'un travailleur puisse devenir chercheur ou réciproquement. Le seul coût que l'on peut trouver à la recherche dans le modèle AABH est donc la réduction de la force de travail : les chercheurs ne sont plus disponibles pour la production. Mais réciproquement, on peut se demander s'il ne serait pas profitable d'accroître le nombre de chercheurs en formant des travailleurs à la recherche.

L'existence de fondations micro-économiques conduit donc à une solution logique pour permettre l'endogénéisation de l'effort de recherche : il s'agit de permettre la libre-circulation des personnes entre le secteur productif et le secteur de recherche. Dans la version de laissez-faire du modèle, en accord avec l'idée de l'*homo œconomicus*, la répartition entre travail et recherche doit se faire de telle sorte qu'aucune personne ne veuille changer de secteur, autrement dit la répartition doit se faire de telle sorte à égaliser les salaires des travailleurs avec les profits espérés des chercheurs. Malheureusement, faute d'informations suffisantes, il n'est pas possible de pousser plus loin cette idée dans ce cas. Le salaire du chercheur est quelque chose qui est mal défini dans le modèle AABH, à cause du flou sur la rémunération du chercheur en cas d'échec (cf. 1.1.1). Si on peut bien comparer les profits en cas de succès dans le secteur propre et dans le secteur sale, le modèle ne permet pas de faire autre chose. On ne peut préciser le montant de la recherche dans la situation de laissez-faire sans rajouter des éléments au modèle.

Dans l'analyse de contrôle optimal, il est en revanche tout à fait possible de permettre un arbitrage entre travail productif et recherche. En effet, les multiplicateurs de Lagrange associés au programme de maximisation permettent de définir rigoureusement le rendement social de la recherche et de la production. Ainsi le planificateur allouera les agents entre le travail et la recherche, de manière à égaliser les rendements sociaux marginaux de leur activité. Nous verrons que cela porte à quelques conséquences, qui révèle une nouvelle fois l'extrême fragilité des fondements du modèle AABH.

Voyons à quels résultats cette endogénéisation nous conduit. Le travail est normalisé à 1. Il est alloué entre quatre possibilités : travail dans le secteur propre L_{ct} , travail dans le secteur sale L_{dt} , recherche dans le secteur propre s_{ct} et recherche dans le secteur sale s_{dt} . Au final, $L_{ct} + L_{dt} + s_{ct} + s_{dt} \leq 1$. À l'optimum, l'allocation est régie par une relation d'indifférence. En effet le planificateur ré-

partit le travail entre production et recherche de telle sorte que la valeur sociale d'un travailleur dans le secteur propre soit la même que la valeur sociale d'un chercheur :

$$\lambda_t \hat{p}_{ct} (1 - \alpha) \frac{Y_{ct}}{L_{ct}} = \mu_{ct} \gamma \eta_c A_{c,t-1} \quad (1.11)$$

Le membre de gauche est la valeur sociale du bien final ou, de manière équivalente, de la consommation (λ_t), multipliée par la productivité marginale d'un travailleur du secteur propre ($\hat{p}_{ct}(1 - \alpha) \frac{Y_{ct}}{L_{ct}}$, soit valeur de la production propre en unité de consommation, multipliée par la productivité marginale d'un travailleur en terme de bien propre), et le membre de droite est la valeur sociale de la productivité A_{ct} (μ_{ct}) multipliée par l'accroissement de productivité du chercheur marginal ($\gamma \eta_c A_{c,t-1}$). La valeur sociale de la productivité A_{ct} dans le secteur propre est le multiplicateur de Lagrange associée à l'équation (1.6), l'accroissement de productivité de la part du chercheur marginal s'obtient en dérivant par rapport à s_{ct} le membre de droite de l'équation (1.6). À partir de cette relation, quand l'élasticité de substitution ϵ est plus grande que 1, nous pouvons trouver une relation donnant la proportion optimale s_c de chercheurs. Les détails de la démonstration se trouvent en appendice A.1.4. Par une série de manipulations, on aboutit ainsi à :

$$1 - \frac{(1 + \gamma \eta_c s_c)^{1-\sigma}}{1 + \rho} = \frac{\gamma \eta_c (1 - s_c)}{1 + \gamma \eta_c s_c} \quad (1.12)$$

Ceci est la relation désirée. Elle donne une équation implicite (valide quand $\epsilon > 1$) entre la proportion optimale de chercheurs s_c , le taux de préférence pure pour le présent ρ , la croissance par chercheurs $\gamma \eta_c$, l'inverse σ de l'élasticité intertemporelle de substitution. Le taux de croissance de long terme (optimal) est $g = \gamma \eta_c s_c$.

On peut utiliser cette équation de deux façons²⁸ :

- fixer le taux de croissance g , déterminer le niveau optimal de recherche nécessaire, et en déduire la croissance par chercheur. Si l'on fixe le taux de croissance de long terme à $g = 2\%$, avec un taux de préférence pure fixé à $1,5\%$ l'équation implicite devient :

$$1 - \frac{(1 + g)^{1-\sigma}}{1 + \rho} = \frac{g/s_c \cdot (1 - s_c)}{1 + g} \quad (1.13)$$

On trouve ainsi une proportion optimale de $s_c = 37\%$, ce qui signifie que les chercheurs devraient composer, à l'optimum social, presque deux cinquièmes de la population. Dans ce cas, la croissance par chercheur $\gamma \eta_c$ est faible, et un taux de 10% de la population actuellement engagée dans la recherche ne conduit qu'à une croissance maximum de $0,55\%$.

28. Le lecteur qui souhaiterait refaire les calculs devra prêter attention que le modèle n'est pas invariant par changement d'unité temporelle, du fait d'une modélisation en temps discret. Dans les calculs, ce sont les taux de croissance pour cinq ans (la durée de la période) qu'il faut utiliser. Il faut ensuite convertir les résultats en taux par an (en prenant la racine cinquième). C'est dans cette unité que les résultats sont exprimés.

- dans le second cas, on calibre au contraire la croissance par chercheur $\gamma\eta_c$, en considérant que, dans les économies développées, 10 % de la population dans la recherche conduit à un taux de croissance de 2 %. En résolvant l'équation implicite, la proportion optimale de chercheurs est de $s_c = 47\%$, ce qui conduit à un taux de croissance de $g = 8,2\%$.

Ces deux exercices permettent d'appréhender les forces en présence dans le modèle AABH. Résumons. Pour le premier cas, si le taux optimal de croissance de long terme est autour de 2 %, le modèle complété donne une productivité faible de la recherche, et le taux de croissance que l'on devrait observer, dans un contexte où l'emploi dans la recherche est faible, est minime. Pour le second cas, si la productivité de la recherche est calculée par rapport à la situation actuelle, la productivité de la recherche est forte, et à l'optimum, la population devrait être largement employée dans le secteur de la recherche, ce qui conduit à des taux de croissance gigantesques.

Donc ou bien le modèle complété ne parvient pas à expliquer le taux de croissance observé dans les pays développés, ou bien il donne un taux optimal de croissance délirant.

Ainsi, aucun des exercices numériques conduits sans la séparation entre travailleurs et chercheurs ne donne des ordres de grandeurs plausibles. Cela signale un problème structurel, dû à l'incomplétude du modèle. Un autre symptôme de l'incomplétude du modèle est la possibilité de sélectionner arbitrairement le taux de préférence pure pour le présent ρ . En réalité, changer le taux de préférence pure pour le présent implique, à taux de croissance fixé, un changement dans la productivité du capital ou dans l'élasticité de l'utilité marginale de la consommation.

L'exercice de style auquel nous venons de nous livrer produit des ordres de grandeurs peu plausibles, quelle que soit l'interprétation retenue. On pourrait objecter que le problème trouve son origine dans notre manière de compléter le modèle, et non dans le modèle initial lui-même. Mais cette manière est dictée par la cohérence de la micro-fondation du modèle. Prendre au sérieux la micro-fondation conduit aux résultats aberrants de notre exercice de style. Le dilemme pour sauver le modèle AABH est alors le suivant : soit la micro-fondation est conservée, mais alors le modèle produit des résultats déraisonnables ; soit on refuse l'endogénéisation du taux de croissance de long terme, mais alors on doit reconnaître que la micro-fondation n'est qu'un artifice.

Dans tous les cas, le modèle ne peut être préservé dans son intégrité. Si la micro-fondation est prise au sérieux, alors le modèle est défectueux ; si le modèle est interprété dans un sens très métaphorique, il est alors impossible d'en tirer une quelconque recommandation de politique économique.

1.3.4 Une répartition du produit déconcertante

Nous allons étudier la répartition du produit entre les différentes entités économiques. C'est là une question qui est de nos jours peu abordée, car la production est souvent absorbée par un unique agent représentatif. Pourtant l'agent représentatif n'est qu'une fiction, éventuellement utile si elle permet de retrouver des

ordres de grandeur réalistes et cohérents. Nous cherchons donc ici à expliciter la répartition de la production finale entre les agents du modèle AABH. Notre objectif est toujours d'éclairer des aspects non visibles du modèle. Nous allons ainsi découvrir de nouvelles incohérences et des problèmes de réalisme.

Examinons donc comme la production se répartit dans le modèle AABH. Nous procéderons en deux temps : d'abord la situation de laissez-faire, et ensuite la situation de contrôle optimal. Dans les deux cas, nous suivons toutes les étapes du circuit productif pour exhiber la décomposition du produit final.

Dans le cas du laissez-faire

Le produit final Y est entièrement absorbé par le prix des produits intermédiaires Y_j . En effet, comme la production est concurrentielle, il n'y a pas de profit à ce niveau.

$$Y = p_c Y_c + p_d Y_d$$

Le produit intermédiaire est entièrement absorbé par les salaires (premier terme) et les prix des machines (second terme); en effet, les équations de maximisation du profit du producteur donne : $wL_j = (1 - \alpha)p_j Y_j$ et $\int p_{ji} x_{ji} di = \alpha p_j Y_j$. Il n'y a donc pas de profit ici non plus, mais seulement des salaires et des consommations intermédiaires.

$$p_j Y_j = (1 - \alpha)p_j Y_j + \alpha p_j Y_j$$

Les ventes de machines se répartissent entre les profits (situation de monopole pour le continuum de producteurs) et les coûts de production des machines.

$$\alpha p_j Y_j = \Pi_j + \psi \int x_{ji} di$$

La maximisation du profit du monopoleur donne $p_{ji} = \psi/\alpha$. Soit $\alpha p_j Y_j = \int p_{ji} x_{ji} di = \psi/\alpha \int x_{ji} di$

Les ventes des machines se séparent donc en proportion $1 - \alpha$, α entre les profits et les consommations intermédiaires de bien final, indépendamment de la normalisation des coûts.

$$\alpha p_j Y_j = \alpha(1 - \alpha)p_j Y_j + \alpha^2 p_j Y_j$$

En agrégeant secteur propre et sale, le produit final se sépare donc en trois parties : salaires (proportion $1 - \alpha$), profits (proportion $\alpha(1 - \alpha)$) et consommation intermédiaire de produits finis (proportion α^2) :

$$\begin{aligned} Y = & (1 - \alpha)Y \quad \text{salaire} \\ & + \alpha(1 - \alpha)Y \quad \text{profits} \\ & + \alpha^2 Y \quad \text{consommation intermédiaire} \end{aligned}$$

La production totale pendant une période est Y , mais la valeur ajoutée produite dans la période n'est que de $(1 - \alpha^2)Y$: c'est la production totale moins les

consommations intermédiaires qui sont absorbées par le processus de production. Dans cette économie, le PIB, qui est la somme des valeurs ajoutées produites, est donc $(1 - \alpha^2)Y$. Le PIB de l'économie est entièrement consommé. Il n'y a donc pas d'investissement dans le modèle. De plus, les rentes de monopole des machines forment la totalité des profits. Les profits (ou intérêts) sur le capital investi ont disparu dans ce modèle et sont remplacés par les seules rentes d'innovation des monopolistes. L'incomplétude étudiée au paragraphe précédent (cf. 1.3.3) est renforcée par l'absence de capital explicitement considéré.

AABH adoptent le calibrage $\alpha = 1/3$. Dans une fonction de production Cobb-Douglas $Y = K^\alpha L^{1-\alpha}$, il est en effet courant de prendre $\alpha = 1/3$. La raison en est la suivante. On estime généralement que la part des salaires dans le PIB est de $2/3$, et celle des profits de $1/3$. Avec une fonction Cobb-Douglas, la part des salaires dans le PIB est de $1 - \alpha$ et celle des profits de α , ce qui conduit bien au calibrage de $\alpha = 1/3$.

Dans le modèle AABH, Y représente la production totale. Pour calculer les parts, il faut les ramener à la valeur ajoutée. Ainsi, la part des salaires dans le PIB est $(1 - \alpha)/(1 - \alpha)^2 = 1/(1 + \alpha)$, tandis que la part des profits est $\alpha.(1 - \alpha)/(1 - \alpha^2) = \alpha/(1 + \alpha)$. L'accord avec les données couramment admises sur la répartition du produit devrait donc conduire à choisir $\alpha = 1/2$ pour retrouver la répartition réelle. L'oubli de la distinction entre production totale et valeur ajoutée conduit AABH à des erreurs de calibration.

Cette erreur assez grossière pourrait être mise sur le compte de la distraction. Elle témoigne pour le moins d'un désintérêt prononcé pour la cohérence empirique du modèle. Mais elle relève plus fondamentalement des travers courants dans la pratique de l'analyse économique.

Le paramètre α est un paramètre de la fonction de production du bien intermédiaire (équation (1.2)), avec le travail et les machines comme intrants. Le calibrage devrait s'effectuer normalement à partir de là. Malheureusement, on voit mal sur quels chiffres il aurait été possible de s'appuyer pour calibrer correctement le paramètre. La fonction de production est bien plus une écriture symbolique commode qu'une représentation de la réalité que l'on pourrait donc contrôler. En utilisant des outils trop symboliques, on se prive de toute possibilité de leur donner un contenu concret. Nous reviendrons longuement dans le chapitre 3 sur les fonctions de production.

En conséquence, le calibrage ne s'effectue que rarement par l'analyse économétrique de séries de données, même lorsqu'il est possible. En pratique, le calibrage est importé de résultats issus d'autres modèles. La fonction de production du bien intermédiaire ne peut être calibrée directement mais elle ressemble à une fonction de production Cobb-Douglas, où les « machines » sont l'équivalent du capital. Cette ressemblance suggère d'importer la calibration standard de la fonction Cobb-Douglas. Il suffit souvent que le paramètre porte le même nom ou soit écrit avec le même symbole qu'un paramètre d'un autre modèle pour donner un semblant de vraisemblance à ces équivalences hâtivement construites.

De manière générale, l'économiste pense que l'identité des variables est constante à travers les modèles, c'est-à-dire que les variables de modèles différents renvoient à la même réalité. Cela autoriserait à transporter les valeurs de paramètres d'un modèle à un autre. Pourtant, un paramètre d'un modèle n'a pas a

priori de signification hors du modèle, il ne prend sens que dans le cadre du modèle dont il fait partie. Une variable d'un modèle n'est pas séparable du modèle, elle n'a pas une identité propre spécifique, mais seulement une identité en relation avec les autres variables du modèle. C'est le cas justement parce que les symboles mathématiques renvoient rarement à des entités réelles mais quasiment toujours à des stylisations. En considérant que des variables similaires font référence à une signification commune dans tous les modèles, l'économiste feint de croire que ces variables renvoient à une réalité extérieure. En d'autres termes, il réifie ses constructions stylisées.

Sur notre cas d'école, on voit les difficultés auxquelles conduisent ces importations de calibration de variables entre modèles hétérogènes. Sans précaution, elles conduisent à des incohérences.

L'importation de paramètres calibrés ailleurs permet certes de produire à bon compte des exemples numériques pour un modèle qui serait sinon dépourvu de toute possibilité de quantification. Mais la structure interne du modèle n'autorise pas en général de telles importations. Il faut faire des tests de compatibilité du sens des variables avec les valeurs importées d'ailleurs. Sans cette vérification, qui passe par un recours aux données, la cohérence minimale que devrait apporter un modèle quantifié s'effondre. Les résultats chiffrés produits par le modèle sont déraisonnables voire absurdes : l'exercice de modélisation n'est plus qu'un simple jeu avec des symboles et des nombres.

Dans le cas de la politique optimale

Poursuivons notre investigation avec le contrôle optimal mis en place par le planificateur bienveillant.

Le produit final Y est entièrement absorbé par le coût des produits intermédiaires Y_j (cela résulte de la production concurrentielle à ce niveau).

$$Y = \hat{p}_c Y_c + \hat{p}_d (1 + \tau) Y_d$$

Le producteur final verse $\hat{p}_d \tau Y_d$ au gouvernement et $\hat{p}_j Y_j$ au producteur de chaque filière.

À l'optimum décentralisé, le produit intermédiaire est entièrement absorbé par les salaires (premier terme) et les machines (second terme) subventionnées au taux $s = 1 - \alpha$, car il est produit de manière concurrentielle

$$\hat{p}_j Y_j = (1 - \alpha) \hat{p}_j Y_j + \alpha \hat{p}_j Y_j$$

On a donc $\alpha \hat{p}_j Y_j = \int (1 - s) \hat{p}_{ji} x_{ji} di$. Le produit intermédiaire est donc réparti de la manière suivante entre salaires, prix des machines et subventions du gouvernement :

$$\hat{p}_j Y_j = (1 - \alpha) \hat{p}_j Y_j + \int \hat{p}_{ji} x_{ji} di - s \int \hat{p}_{ji} x_{ji} di$$

$$\hat{p}_j Y_j = (1 - \alpha) \hat{p}_j Y_j + \hat{p}_j Y_j - (1 - \alpha) \hat{p}_j Y_j$$

On voit que cela revient à transférer le produit intermédiaire aux producteurs de machines et à faire payer les salaires par le gouvernement.

Le produit de la production de machines se répartit entre les profits (situation de monopole pour le continuum de producteurs) et les coûts de production des machines.

$$\hat{p}_j Y_j = \Pi_j + \psi \int x_{ji} di$$

D'autre part, la maximisation du profit du monopoleur donne $\hat{p}_{ji} = \psi/\alpha$. Soit $\hat{p}_j Y_j = \int \hat{p}_{ji} x_{ji} di = \psi/\alpha \int x_{ji} di$

Le produit de la production des machines se sépare donc en proportion $1 - \alpha$, α entre les profits et les coûts de production des machines.

$$\hat{p}_j Y_j = (1 - \alpha)\hat{p}_j Y_j + \alpha\hat{p}_j Y_j$$

La situation est ici analogue à la situation de laissez-faire, quant à la proportion.

Les profits du secteur propre c sont subventionnés à proportion de q . On pourrait également taxer les profits du secteur d à proportion de $p = q/(1 + q)$, mais AABH insistent sur les subventions à la recherche et non sur la taxation de la recherche. Il est donc cohérent de se limiter au cas de la subvention.

Le produit final se sépare donc en quatre parties : salaires, profits, consommation intermédiaire de produits finis et dépenses du gouvernement :

$$\begin{aligned} Y = & (1 - \alpha)(\hat{p}_c Y_c + \hat{p}_d Y_d) && \text{salaire} \\ & + (1 - \alpha)\hat{p}_d Y_d && \text{profit secteur } d \\ & + (1 - \alpha)(1 + q)\hat{p}_c Y_c && \text{profit secteur } c \\ & + \alpha(\hat{p}_c Y_c + \hat{p}_d Y_d) && \text{consommation intermédiaire} \\ & + \tau\hat{p}_d Y_d && \text{taxe de la production } d \\ & - (1 - \alpha)(\hat{p}_c Y_c + \hat{p}_d Y_d) && \text{subvention des machines} \\ & - (1 - \alpha)q\hat{p}_c Y_c && \text{subvention à la recherche} \end{aligned}$$

Dans le cas jugé plausible par AABH $\epsilon = 10$, $\rho = 0,015$, nous avons calculé la répartition de la production dans la solution optimale. Les résultats pour les cinquante premières années sont présentés sur la figure 1.9. De bas en haut, les quantités représentées sont les suivantes : la subvention à la recherche est en jaune, la subvention aux machines est en orange, les salaires sont en vert, les profits du secteur d sont en bleu, les profits du secteur propre sont en violet, les consommations intermédiaires sont en brun, la taxe est en rouge (visible en haut des histogrammes pendant les deux premières périodes sur le document numérique en zoomant fortement).

La consommation pour cette économie est :

$$C = Y - \alpha(\hat{p}_c Y_c + \hat{p}_d Y_d) = Y(1 - \alpha) + \alpha\tau\hat{p}_d Y_d$$

$$C = Y(1 - \alpha) + \alpha \frac{\tau}{1 + \tau} Y_d^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} Y_c^{\frac{1}{\epsilon}}$$

La balance des recettes du gouvernement est :

$$G = \tau\hat{p}_d Y_d - (1 - \alpha)(\hat{p}_c Y_c + \hat{p}_d Y_d) - (1 - \alpha)q\hat{p}_c Y_c$$

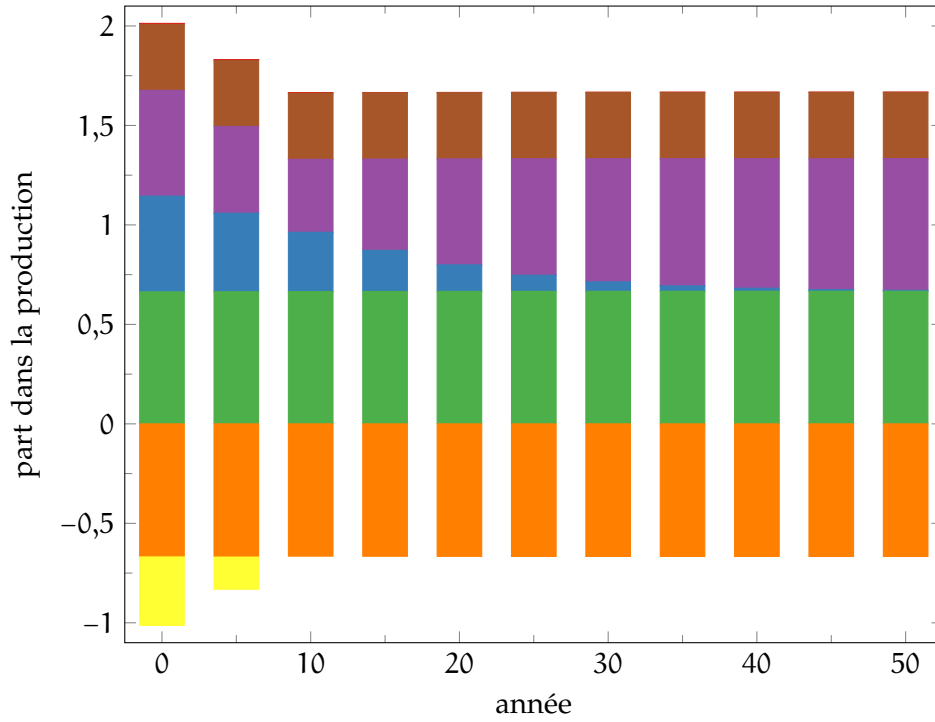


FIGURE 1.9: Répartition de la production dans le scénario optimal ($\rho = 0,015$ et $\epsilon = 10$)

Dans le cas d'une taxe $p = q/(1 + q)$ sur la recherche du secteur d , la balance devient :

$$G = \tau \hat{p}_d Y_d - (1 - \alpha)(\hat{p}_c Y_c + \hat{p}_d Y_d) + (1 - \alpha)p \hat{p}_d Y_d$$

Nous avons présenté la décomposition de la valeur ajoutée (production moins consommations intermédiaires) entre salaires, profits et dépenses du gouvernement. Les résultats pour les cinquante premières années sont présentés sur la figure 1.10. De bas en haut, les dépenses du gouvernement sont en orange, les salaires sont en vert, les profits sont en bleu. On voit que les dépenses du gouvernement correspondent à peu près aux profits des entrepreneurs. En fait, dans ce schéma, les salaires sont exactement égaux à la valeur ajoutée moins le produit (infime) de la taxe sur les intrants sales. Les dépenses du gouvernement sont uniquement constituées des subventions, et les profits sont du même montant que les subventions. La politique optimale revient donc à ce que les dépenses du gouvernement payent directement les profits. Lorsque la taxe est négligeable et que la subvention à la recherche n'est plus active, les dépenses du gouvernement atteignent 100 % du PIB, tout comme les profits.

On peut se demander comment une telle politique serait financée. Pour la taxation, l'Économiste a une réponse toute trouvée sur comment la mettre en œuvre : la taxation doit se faire de manière *lump-sum*. Mais il s'agit là d'une réponse idéale qui ne correspond pas à un système fiscal réel, pour lequel c'est une gageure d'éviter tous les effets distorsifs. Le comportement des vrais agents économiques est loin d'être aussi simple que celui des modèles ; même si c'était le cas, les administrations publiques ne disposent pas de l'information complète nécessaire à la mise en place d'une telle fiscalité « optimale ». Indépendamment du

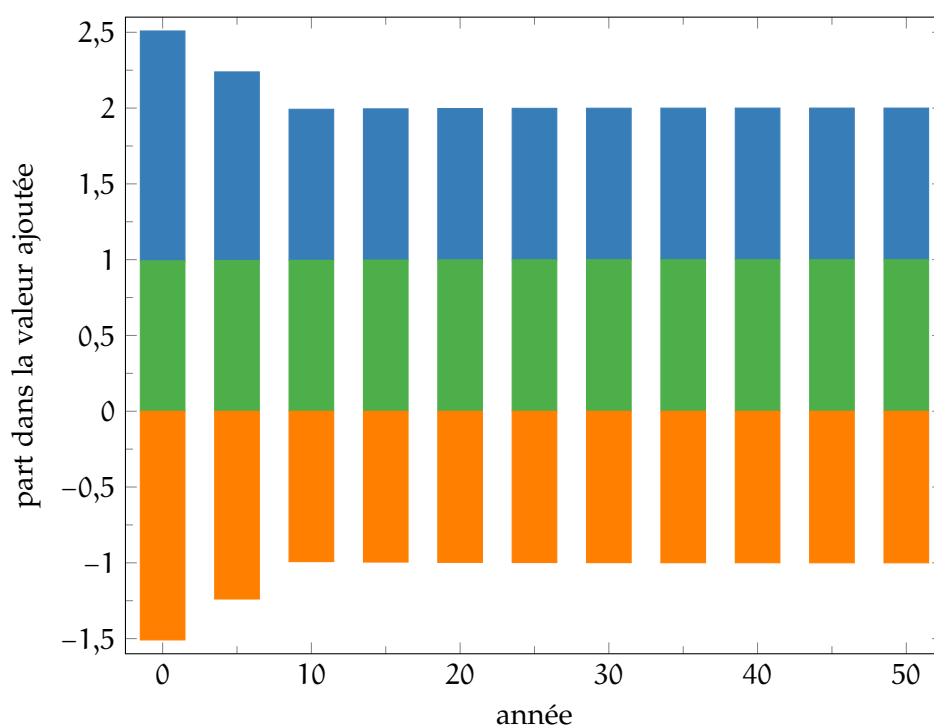


FIGURE 1.10: Répartition de la valeur ajoutée dans le scénario optimal ($\rho = 0,015$ et $\epsilon = 10$)

système choisi, avec de tels niveaux de taxation, on s'interroge sur le fonctionnement de cette politique optimale du modèle AABH dans le cadre d'une économie de marché. Comment les agents économiques intéressés accepteraient-ils un tel système? En effet, dans une première phase, celle de la production, l'agent devrait se comporter comme un *homo œconomicus*, cherchant à maximiser ce qui lui revient. Dans une deuxième phase, celle de la répartition, l'agent assisterait sans broncher à des transferts massifs entre agent de l'économie. L'*homo œconomicus* qui voterait pour un gouvernement imposant de tels niveaux de taxation à l'économie serait schizophrène. Tout ceci est par trop absurde, et « Personne, évidemment, ne prend jamais au sérieux les taxes et les subventions. » (Robinson, 1962, p. 94)

*
* *

Dans la première partie (1.1), nous sommes attachés à cerner le sens de la micro-fondation du modèle. Cette micro-fondation ne peut être qu'une histoire parmi d'autres et ne permet pas de donner un contenu substantiel au modèle. Dans la deuxième partie (1.2), nous nous sommes intéressés à la modélisation de l'environnement et du changement climatique en particulier. Dans cette troisième partie (1.3), nous avons abordé le modèle sous un angle légèrement différent. Il ne s'agit plus de critiquer les hypothèses du modèle, mais bien ces résultats. Cette inflexion dans notre critique correspond à un point de méthode, que nous détaillons maintenant.

La critique des hypothèses, et plus spécifiquement de leur réalisme, est en effet difficilement admise par l'économiste. Celui-ci ne s'estime en général pas

tenu d'adopter des hypothèses réalistes. La parade au manque de crédibilité des hypothèses suit en général la défense d'une « économie positive » par Milton Friedman (1953) : *Certes, les hypothèses ne sont pas vraiment réalistes. Mais les hypothèses n'ont pas d'importance en elles-mêmes. Seules comptent les relations auxquelles elles permettent d'aboutir. Il faut juger le modèle non pas à l'aune du réalisme de ses hypothèses mais à l'aune du réalisme de ses résultats. À ce titre, si la modélisation de la recherche n'est pas spécialement convaincante, la machine de croissance qu'on en tire, telle qu'elle est exprimée par les équations dynamiques (1.6), l'est beaucoup plus. Elle représente une croissance qui se déroule dans une direction privilégiée, en raison d'effet cumulatif. L'économie est bloquée dans cette direction, alors même que des arguments externes, la dégradation de l'environnement par exemple, font désirer un changement de direction. Qui ne verrait dans ces relations du modèle une ressemblance avec la réalité ? Voilà la vérité du modèle.*

Loin de nous l'idée de contester que les équations dynamiques expriment quelque chose qui ressemble à la situation présente, avec une économie qui se perpétue dans une direction mauvaise à long terme mais qui est plus rentable, mais l'essentiel nous semble ailleurs : il est de savoir si le modèle AABH permet de dire plus que cela. Si le réalisme des hypothèses n'a pas d'importance pour l'économie positive, les résultats empiriques sont en revanche cruciaux. Ce sont les résultats et les prédictions que le modèle permet de faire qui importe.

AABH estiment que les résultats, fournis par les propositions de leur article sont des résultats réalistes. On nous accordera qu'on ne peut sélectionner les résultats que l'on trouve réalistes pour juger un modèle. Il y aurait là un biais de sélection certain. Seul un modèle n'exhibant aucun trait réaliste serait rejeté. Nous devons donc, si l'on veut juger un modèle sur ces résultats, nous intéresser à l'ensemble des résultats fournis par ce modèle, et non pas uniquement aux résultats mis en avant par les auteurs. En effet, si les hypothèses importent peu, et sont uniquement destinées à dire « tout se passe comme si », alors le « tout se passe comme si » doit s'appliquer à toutes les conclusions que l'on peut dériver du jeu d'hypothèses. Autrement dit, acceptant l'idée que les hypothèses n'ont pas à être réalistes, mais en les prenant, on doit néanmoins convenir que un jeu d'hypothèses fait néanmoins ressortir des correspondances entre différents résultats, et que l'on doit bien tester le réalisme de ces résultats, et non pas uniquement de ceux qui arrangent les concepteurs du modèle (Mouchot, 1996, p. 96-100).

C'est précisément ce que nous avons fait dans cette dernière partie. Nous avons étudié le modèle sous d'autres aspects que les résultats mis en avant par les auteurs. Si les hypothèses irréalistes du modèle sont justifiées par l'idée que « tout se passe comme si », l'ensemble des résultats doit être valide. Nous avons vu que c'était loin d'être le cas. En dirigeant l'analyse vers les zones sombres, nous avons fait apparaître de nouvelles contradictions au niveau des résultats numériques du modèle.

Notre examen scrupuleux et des fondations du modèle AABH et de ses résultats nous amène donc à douter fortement de la valeur de connaissance d'un modèle de ce type. Que ce modèle soit écrit par de grands économistes et publiés dans une prestigieuse revue questionne l'épistémologie de la théorie économique. La longue étude de ce modèle et des problèmes multiples de sa construction vont nous permettre d'aborder les questions épistémologiques à partir d'un concret.

1.4 QUELQUES LEÇONS ÉPISTÉMOLOGIQUES

L'analyse des paragraphes précédents fait ressortir des tensions entre trois registres²⁹ : le modèle lui-même, le langage naturel qui décrit le modèle et les faits réels.

Dans un modèle qui serait pertinent, il y aurait cohérence entre ces trois registres. L'interprétation du modèle par le langage serait renforcé par les chiffres du modèle qui renverraient à une réalité concrète. Dans le modèle AABH, au contraire, les trois registres semblent dissociés. Avec l'étude de la micro-fondation, nous avons vu que les variables du modèle pouvaient être appelées autrement sans que le modèle ne change. La relation entre le modèle et le langage naturel qui le décrit est donc équivoque. D'autre part, le modèle ne fournit pas de chiffres cohérents avec les faits, il n'est pas arrimé au réel. Le modèle ne passe pas le test de vraisemblance et cela ne semble pas poser de problème.

Pour une discipline qui se veut scientifique, le divorce entre des outils de compréhension (les modèles), la réalité (les faits transcrits en chiffre) et l'expression publique des résultats (le langage naturel) est surprenant. Cet éclatement des registres doit être éclairci grâce à une discussion épistémologique. Nous cherchons à comprendre les mécanismes de fonctionnement de cette étrange épistémologie. Cette réflexion conduit au final à s'interroger sur la place des mathématiques dans la théorie Économique.

1.4.1 *La rhétorique des économistes*

Le rapport cavalier d'AABH aux données empiriques et aux résultats numériques de leur modèle dénote une épistémologie qui ne repose pas principalement sur la confrontation aux faits. L'histoire de micro-fondation qui enrobe le modèle ne peut trouver sa place dans une épistémologie scientifique standard, par exemple une de celles que pratiquent les sciences naturelles. Le rôle du discours est incontestablement déterminant. Des éléments singularisent donc l'épistémologie pratique de l'Économiste.

Ces questions ont été étudiées par McCloskey (1983). Son approche a renouvelé les réflexions³⁰ sur la méthodologie de l'économie (Frobert, 2004). Le diagnostic que nous avons dressé fait écho à celui de McCloskey. McCloskey s'intéresse au hiatus entre la méthodologie proclamée des économistes et leurs pratiques. Les économistes affichent une méthodologie issue de la philosophie des sciences, inspirée des réflexions de Popper, Kuhn ou Lakatos sur les sciences physiques. Ils prétendent appliquer le réfutationnisme, cette méthodologie « moderniste » met en son cœur la réfutabilité des théories par des tests statistiques. Pourtant les économistes ne suivent pas du tout cette méthodologie. Après l'analyse du modèle AABH, nous ne pouvons qu'approuver.

29. Suivant Gibbard et Varian (1978), on pourrait parler, à la place du modèle et du langage qui le décrit, de la structure du modèle (les équations mathématiques) et de l'histoire du modèle (le sens des variables). Nous avons déjà utilisé à plusieurs reprises cette autre façon de parler.

30. Après l'article de 1983, McCloskey a développé ses thèses dans trois ouvrages : *The Rhetoric of Economics* (1985), *If you're so smart : the narrative of economic expertise* (1992) et *Knowledge and Persuasion in Economics* (1994).

Loin de le déplorer, McCloskey trouve heureux l'abandon de cette méthodologie car, si elle fut prescrite par les philosophes des sciences à une certaine époque, elle est dorénavant dépassée et inadaptée. Dépassée, car même les sciences physiques ne l'appliquent plus. Depuis les travaux de Pierre Duhem, on sait qu'un test ne réfute pas une hypothèse unique, mais une chaîne d'hypothèses, de sorte que c'est une affaire de jugement de savoir quelle hypothèse a vraiment été infirmée. Inadaptée, car, avec une telle méthodologie les économistes n'arriveraient jamais à aucun résultat. La méthodologie « moderniste », d'inspiration cartésienne, qui fait table rase de tout ce qui n'a pas été irréfutablement établi, est bien trop exigeante. Les problèmes de données, les causalités circulaires empêchent les économistes ne serait-ce que de rêver suivre une telle méthodologie. La méthodologie moderniste est impraticable, et c'est avec raison que les économistes l'ont abandonné.

Les économistes ont en réalité d'autres manières de persuader et de convaincre. McCloskey les invite à rendre explicite leur façon d'argumenter. Les économistes devraient être conscients de leur rhétorique, c'est-à-dire du répertoire des formes licites d'argumentation, au lieu de s'accrocher au réfutationnisme, qui les bloque dans leur recherche. McCloskey invite donc à élargir le champ des arguments recevables en théorie Économique, pour ne pas se limiter aux seules dérivations logiques et à la vérification statistique des modèles. La rhétorique qui use de cet ensemble d'arguments doit alors être régulée par une éthique de la discussion.

McCloskey prend donc acte de l'impossibilité de la méthodologie moderniste et cherche à systématiser l'épistémologie implicite des économistes. L'approche de McCloskey conduit à dresser un répertoire des manières dont les économistes argumentent et persuadent. La question est de savoir si l'épistémologie implicite des économistes que McCloskey a mis en évidence est aujourd'hui acceptée ouvertement, si cette épistémologie est devenue consciente.

Trente ans après la publication de l'article de McCloskey, les pratiques des économistes ne coïncident toujours pas avec les canons de l'épistémologie moderniste. La validité du modèle AABH ne peut reposer, comme nous l'avons vu, sur la vraisemblance statistique. En adoptant le point de vue de McCloskey, on s'aperçoit que le modèle ne peut être le seul élément à l'appui des thèses avancées dans l'article d'[Acemoglu et al. \(2012\)](#) : d'autres éléments de preuve peuvent être présents pour justifier leur validité. Le registre de la preuve peut fonctionner autrement que par la déduction mathématique, à partir d'hypothèses bien choisies. Cependant, si d'autres éléments, extérieurs à la dérivation logique, sont présents dans l'argumentation d'AABH, ils doivent également faire partie de la discussion sur la validité de leurs conclusions.

Si les économistes sont devenus conscients de leur méthodologie implicite, l'éthique de la discussion doit alors donner place à l'ensemble des registres argumentatifs. Nous avons détaillé auparavant les éléments critiquables du modèle. Ces critiques ne sont pas des critiques de correction logique, mais des remises en cause de l'adéquation du modèle à la réalité, et des biais contenus dans les spécifications mathématiques. Si AABH mobilisent bien d'autres registres de preuve que la simple preuve mathématique, ils doivent également accepter de discuter ces arguments de nature extra-mathématique. C'est le sens même de l'élargisse-

ment de la discussion scientifique à l'ensemble de la rhétorique, sous contrôle de l'éthique de la discussion. Qu'en est-il réellement ?

Un certain nombre d'éléments de discussion du modèle, présenté dans les parties précédentes, ont été soumis, sous forme d'un commentaire, à l'*American Economic Review* où l'article AABH avait été publié. Ce commentaire n'a pas été accepté pour publication. Mais nous avons eu la chance de recevoir une réponse des auteurs à notre commentaire. Cette réponse est extrêmement révélatrice du fonctionnement des registres de preuve en théorie Économique. Elle montre que les enseignements de McCloskey sur la méthodologie véritable des économistes n'ont pas été assimilés par la profession. Mais surtout, cette réponse révèle que l'épistémologie des économistes ne se soucie pas des faits, mais seulement de la logique. Pour une partie de la profession au moins, l'épistémologie revendiquée ne semble plus être celle de Popper, mais celle de la seule logique pure.

Notre commentaire a été jugé insignifiant pour la simple raison qu'il ne pointait pas d'erreurs mathématiques dans l'article. Les « résultats théoriques » ne seraient pas affectés par notre commentaire. Il n'y a là rien de surprenant. Le mode d'exposition mathématique fait que les erreurs et résultats sont détectables, et que sauf mauvaise foi de l'auteur, un résultat présenté est généralement juste. Comme un article suit un processus de révision avant d'être publié, on concevra que les erreurs purement mathématiques doivent être très rares³¹.

Le propos de notre commentaire n'était pas de relever des erreurs mathématiques, mais bien d'argumenter sur d'autres éléments, et en particulier sur la pertinence du modèle pour comprendre le problème de l'atténuation des émissions de GES. Dans la réponse des auteurs, la discussion n'est pas élargie à l'ensemble des éléments de preuve, mais au contraire restreinte à l'extrême sur les seuls éléments de nature mathématique, à l'exclusion de tout argument de vraisemblance et d'adéquation empirique. Cet exemple montre que l'éthique de la discussion proposée par McCloskey n'est pas de mise dans les revues économiques. Seuls les arguments mathématiques sont acceptés. Plus que jamais, les critères de preuve de la théorie Économique sont la cohérence logique des propositions mathématiques avancées. Examinons un instant comment fonctionne ce repli derrière les mathématiques.

1.4.2 *Mathématiques et sophisme*

Notre commentaire interrogeait le rapport de l'article à la réalité. En effet, nous n'estimions pas que ce modèle était pertinent pour décrire le problème qui se pose, et nous avions de sérieux doutes sur son adéquation aux données réelles. De plus, d'après nous, les résultats présentés dans l'article ne justifiaient pas les prises de positions des auteurs. Le commentaire a donc cherché à faire le lien entre le modèle et la réalité pour tester cette adéquation. Le point central tournait donc autour de la différence entre les résultats numériques du modèle, ce que l'on peut savoir de la réalité économique, et les propositions avancées par les

31. Elles ne sont pourtant pas absentes. Dans le cas du modèle AABH, nous avons vu (cf. 1.1.1) qu'il est impossible, dans certains cas, de décentraliser l'équilibre instable. Il s'agit là d'un point mineur, mais néanmoins incorrect.

auteurs. Il se rapportait donc à la cohérence entre trois éléments : un discours, un modèle mathématique et des résultats chiffrés se référant à une réalité.

L'élément essentiel est la traduction des symboles mathématiques dans les termes de la langue naturelle. Pour nous, cette traduction doit être en accord avec les résultats numériques. Autrement dit, le modèle, le discours et les chiffres doivent n'être que trois aspects d'une même réalité. Or nous avons noté chez AABH une dissociation entre ces trois registres. Par exemple, l'article énonçait que la taxe sur les biens sales, la taxe carbone, était en place pour une période temporaire. Chiffres à l'appui, nous avons contesté la qualification de la taxe comme temporaire, en montrant qu'elle était en place pendant bien plus longtemps, de quelques décennies à plusieurs siècles.

Cet argument n'a pas été jugé recevable, en raison de la vérité mathématique intrinsèque de la proposition « la taxe est temporaire ». Autrement dit, tout élément de quantification semblait superflu. C'est là où l'usage des mathématiques permet de développer une argumentation de sophistes, fausse mais ayant l'apparence du vrai. Les raisons sont subtiles. Il faut ici suivre l'argumentation avec finesse.

Pour bien comprendre l'origine du problème, on doit distinguer entre la phrase elle-même (*sentence*) et la proposition qu'elle énonce (*statement*), son sens. La réponse des auteurs met au jour une interprétation mathématique de la phrase exprimée en langue naturelle. Les auteurs interprètent la qualification de « temporaire » comme une qualification purement mathématique : $\exists T, \forall t > T \tau_t = 0$, ou, en langage naturel : à partir d'un certain temps, la taxe est nulle. Les mathématiciens soucieux d'éviter toute connotation utilisent le terme de « temps fini ». Si l'on veut rendre non ambiguë l'interprétation de la phrase, il faut utiliser les termes de la langue naturelle les plus neutres possibles. Ainsi au lieu de dire « la taxe est temporaire », on peut dire « la taxe est nulle au bout d'un temps fini ». Avec ces termes de la langue naturelle, la phrase ne renvoie qu'à une seule proposition, identique à la proposition mathématique. Le terme de « temps fini » ne suggère aucune interprétation.

La phrase avec le terme « temporaire » renvoie au contraire à deux propositions possibles. La première est l'énoncé purement mathématique que l'on vient de discuter. Elle seule est prouvée par le modèle mathématique. Dans cette proposition, le contenu sémantique du mot temporaire est indéterminé et signifie simplement « en temps fini ». La seconde proposition donne une interprétation substantielle au terme temporaire. Dans cette proposition, une durée « temporaire » signifie une durée courte à l'échelle des constantes de temps des phénomènes étudiés. Dans le cas de la taxe qui nous occupe, on peut penser que la constante de temps est celle de la durée acceptée du cycle des affaires, soit une dizaine d'années. Selon cette proposition, la taxe est temporaire si elle ne dure que quelques années.

On voit ainsi une faille dans l'épistémologie réfutationniste appliquée à l'économie. Elle postule l'existence d'une opération de vérification par laquelle le testeur peut attribuer à une proposition une valeur de vérité. Dans cette opération, le testeur est supposé effectuer une opération purement logique. Cela présuppose que la proposition à vérifier soit réductible à une proposition logique. Si tel est le cas, alors l'épistémologie réfutationniste pourrait s'appliquer (qu'elle soit pratiquée

est une autre question) : le testeur peut effectuer un test à partir d'une mesure de la réalité, et la confronter à une proposition empirique ; ou bien, dans le cas d'un modèle abstrait et ne renvoyant à aucune réalité, comme le modèle AABH, le testeur peut vérifier l'enchaînement formel des propositions logiques.

Mais la vérification en économie est d'une autre nature. Tant que les articles d'économie ne seront pas complètement écrits en symboles mathématiques, la vérification opère à partir des phrases, qui peuvent avoir plusieurs sens, correspondre à plusieurs propositions. La vérification du sens de la phrase n'est pas une opération purement logique, calculable par une machine. Elle implique de choisir une proposition parmi toutes celles suggérées par la phrase naturelle. La phrase « la taxe est temporaire » est ambiguë, tant que « temporaire » n'est pas mathématiquement défini. Elle possède à la fois une interprétation mathématique équivalent à « la taxe est nulle en temps fini », et un sens naturel qui ne saurait être réduit à une formule avec des quantificateurs. Le sens naturel renvoie à la subjectivité de l'interlocuteur, guidée par les connotations des termes de la phrase. Il ne peut être apprécié que par référence à des repères communs. Derrière les termes de la langue naturelle, peuvent se nicher des ordres de grandeurs implicites.

Pour sortir de l'ambiguïté, il faut d'abord reconnaître le double sens des phrases employées dans les articles d'économie. Le sens logique est celui qui se rapporte directement au modèle mathématique, mais le sens naturel est celui qui est le plus pertinent pour l'analyse des économies réelles. C'est aussi le premier sens qui vient à l'esprit d'un lecteur. Disons-le simplement, la raison d'être des modèles stylisés en économie ne réside pas dans leur sens logique mais dans leur sens naturel. L'opération de vérification formelle ne peut donc être satisfaisante pour étayer le sens naturel.

Le sens naturel du modèle mathématique doit donc être précisé et encadré par le passage d'un modèle symbolique à un modèle numérique. Cela est nécessaire pour quantifier explicitement les ordres de grandeurs des phénomènes représentés par le modèle mathématique, exprimés en langage symbolique, puis traduits en langage naturel. L'ambiguïté n'est pas complètement évacuée, mais elle serait au moins circonscrite. Dans le cas d'un modèle, le calcul numérique est le moyen de maintenir la cohérence entre les résultats symboliques et le discours en langage naturel.

Toutefois, AABH refusent de considérer leur propre quantification numérique comme un élément pertinent de la discussion. Dès lors, si nous contestons la qualification de « temporaire » en montrant que la durée est en fait de plusieurs décennies, ils rétorquent que leur résultat signifie juste que la taxe dure un temps fini. Ils refusent de reconnaître que les phrases employées ont un double sens et ne retiennent que le sens logique. Pourtant ils n'ont pas traduit le résultat mathématique en « il existe un temps à partir duquel la taxe est nulle », formulation sans doute la plus neutre. Ils lui ont préféré une formulation plus riche sémantiquement, plus porteuse de sens.

Ce n'est pas le lieu de rentrer sur les raisons des préférences pour les glissements sémantiques. Si nous pensions que les comportements humains se rattachent à l'anthropologie de l'*homo œconomicus*, nous verrions derrière ce choix l'intérêt des auteurs pour amplifier outre-mesure leurs résultats. Le choix d'un

langage évocateur ne serait pas un hasard mais un élément d'une stratégie visant à donner de l'importance à des résultats insignifiants. Comme le remarquait [Mirowski \(1987\)](#), l'éthique de la discussion ne peut s'insérer dans le cadre conceptuel néo-classique, pour lequel tout homme est un *homo œconomicus*.

Quelles que soient les intentions des auteurs, le repli sur le langage mathématique symbolique permet de refuser tout questionnement sur les ordres de grandeur, tandis que l'usage du langage naturel suggère des ordres de grandeur. Mais surtout l'intérêt d'un modèle n'est pas de redire un truisme grâce à un jeu avec des symboles. Comme nous l'avons vu avec les différentes microfondations, le sens du modèle est de toute façon indéterminé car la signification des variables n'est pas fixée en absence de quantification. L'enseignement qualitatif d'un modèle stylisé est donc peu précis. La quantification est donc nécessaire pour cadrer le modèle et son lien aux entités réelles, elle est aussi souhaitable : c'est précisément le rôle des économistes de mettre des ordres de grandeur sur les phénomènes.

Pour montrer comment fonctionne le repli derrière l'appareillage mathématique, on peut prendre un autre exemple, qui joue cette fois sur l'absence de sens naturel, et non sur le double sens des propositions. La plupart des énoncés théoriques du modèle AABH porte la restriction : « pour une qualité initiale de l'environnement suffisamment grande », le programme optimal évite le désastre environnemental. Cette phrase est séduisante, mais elle ne peut recevoir qu'une interprétation logique. Or le lecteur aimerait bien donner un sens naturel à cette phrase, c'est-à-dire avoir un critère pour décider si, dans une situation réelle, la qualité observée est « suffisamment grande ». Notre modélisation montrait que ce critère était vérifié uniquement pour des valeurs peu réalistes des paramètres, et qu'en conséquence ce résultat n'était pas caractéristique de la situation réelle. La quantification ramenait donc l'interprétation logique à une simple possibilité qui n'était pas vérifiée, ce qui ne laissait qu'une valeur spéculative à la proposition logique.

Le passage au modèle numérique permet donc de limiter la prolifération des résultats mathématiquement vrais mais ne correspondant à aucune possibilité empirique. Une épistémologie raisonnable pour l'analyse économique devrait laisser sa place à une argumentation sur les bonnes valeurs des paramètres. La mathématisation doit passer par une étape de numérisation et de quantification, pour transposer les résultats du modèle en ordres de grandeur réels et non se contenter du seul contenu logique des propositions.

1.4.3 Les jeux de l'évocation

L'épistémologie en vigueur dans ces prestigieuses revues d'économie consiste ainsi à considérer une phrase sous le seul angle de la proposition logique. Les auteurs comme l'éditeur pensent que la publication du modèle est justifiée par les « propositions théoriques », dont la déduction logique, à partir des hypothèses du modèle, est valide. Il est toujours possible de construire un modèle et d'en déduire des théorèmes. Quoique cela ne soit pas trivial et demande un certain savoir-faire que possèdent les universités américaines, un modèle en soi ne veut

rien dire s'il ne correspond pas à la réalité. D'un point de vue économique, ces dérivations logiques n'ont pas d'intérêt en elles-mêmes.

Notre critique portait justement sur le lien entre le modèle et la réalité, sur le réalisme des prémisses et la pertinence des résultats. D'un point de vue épistémique, nous ne pensons pas que des propositions théoriques (essentiellement mathématiques) aient une quelconque valeur si elles s'appliquent à un modèle qui n'a pas de rapport avec la réalité. D'une part ces propositions sont souvent relativement évidentes. D'autre part, lorsqu'elles reposent sur une série d'hypothèses trop simplificatrices, qui ne sont pas vérifiées dans la réalité, le modèle n'a plus de rapport avec le monde. C'est la connaissance du monde qui doit nous importer, non celle du modèle et du monde idéal qu'il représente.

Par rapport aux interrogations de McCloskey sur les modes d'argumentation des économistes, l'exemple du modèle AABH nous apprend que la rhétorique des économistes ne fait pas justice aux arguments concernant l'adéquation du modèle à la réalité. Leur rhétorique, tout au moins dans les articles théoriques, consiste à choisir un jeu d'hypothèses spéciales et à en déduire des propositions. Ni plus ni moins. La question pertinente n'est plus celle de l'adéquation du modèle à la réalité. Peut-être est-ce la découverte d'effets de composition ? Le modèle théorique serait l'instrument pour effectuer un travail exploratoire des mécanismes, sa visée serait heuristique. Cependant [Acemoglu et al. \(2012\)](#) ne prétendent pas pratiquer le meccano intellectuel, mais bien décrire le fonctionnement du système économique tel qu'il est.

Les propositions logiques ne prennent sens qu'animées par un contexte qui, lui, n'est pas théorique. C'est le rôle de la micro-fondation. AABH ne présentent pas leur modèle de manière désincarnée, mais ils l'appliquent à un problème concret, et ils donnent des significations concrètes aux variables du modèle. L'histoire qui accompagne le modèle est donc essentielle pour lui donner vie ([Morgan, 2001](#)). Le rôle des chercheurs occupe une place importante dans les propositions d'AABH, et cette histoire n'est pas théorique. Comme nous l'avons vu (1.1.4), on peut raconter de nombreuses autres histoires qui conduisent au même modèle théorique, à la même structure mathématique. Puisque le lien avec la réalité a été rompu par principe, cela nous autorise à considérer le modèle comme un jeu de langage. On peut dès lors analyser la rhétorique de l'article en elle-même. Le refuge derrière la rigueur mathématique pour défendre un modèle improbable est un élément de cette rhétorique. L'invocation de la vérité mathématique protège l'histoire particulière qui est racontée par le modèle.

Le paravent de la rigueur théorique est l'expression d'une logique de l'alibi, que l'ouvrage controversé d'[Attali et Guillaume \(1974\)](#) avait décelée dans la science économique. Le discours économique est un discours mythologique, multivoque, à plusieurs sens. « Schématiquement, un tel discours est un système à deux composantes : la première a un sens pauvre et précis, la seconde a un sens vague et large. » La composante vague charrie une représentation particulière qui n'est pas contenue dans la composante précise, « mais cette représentation n'est qu'insinuée car elle peut se retrancher derrière l'information vraie : telle est la *logique de l'alibi*. De la même manière certaines théories économiques strictement interprétées ont peu de portée ; mais leurs interprétations, abusivement élargies,

confortent implicitement une certaine vision du monde. » (Attali et Guillaume, 1974, p. 13)

Dans nos termes, nous dirons que les phrases écrites dans un article contiennent une proposition logique et une proposition substantielle. La proposition substantielle est pertinente pour la réalité mais seule la proposition logique est soutenue par l'appareillage mathématique et « scientifique ». La logique de l'alibi consiste alors à traduire la proposition logique en une phrase de la langue naturelle qui suggérera également la proposition substantielle. C'est cette dernière qui est visée par les auteurs et le modèle mathématique n'est qu'un alibi pour insinuer la proposition substantielle.

L'inconvénient de nommer ce phénomène logique de l'alibi est de supposer une intention chez les auteurs. Or c'est là une hypothèse que nous ne pouvons nous permettre. Il est fort possible que la plupart des auteurs soient de bonne foi dans leur traduction des propositions mathématiques et ne maîtrisent pas toujours les effets de leurs propos. C'est pourquoi nous préférons parler de jeux de l'évocation. L'expression en langue naturelle d'une proposition mathématique évoque une réalité concrète. Lorsqu'elle n'est pas étayée par des résultats chiffrés, cette évocation est illégitime. Quant à savoir si cette évocation est toujours recherchée par les auteurs, nous suspendons là-dessus notre jugement.

Les jeux de l'évocation fonctionnent à plein dans le cas du modèle AABH. Nous avons déjà examiné la stratégie de défense par le sophisme mathématique. Il nous faut maintenant voir quelles propositions larges et vagues sont passées dans l'esprit des lecteurs par le biais du modèle.

Nous avons débusqué à plusieurs reprises les hypothèses et préjugés qui s'im-misçaient dans le raisonnement, peut-être à l'insu des auteurs, très certainement à celui des lecteurs. Exprimer une relation par une formule dit généralement plus que ce que l'auteur souhaitait. L'explicitation *a posteriori* des présupposés contenus dans la formule est un exercice compliqué, qui demande de grands efforts pour traduire de manière visible ce qui est latent dans la formule. Nous avons essayé de faire ce travail d'exposition en profondeur des hypothèses de comportement qui sont codées dans l'écriture d'une formule, en particulier dans le cas de l'équation d'évolution de l'environnement. Implicitement le modèle AABH véhicule l'idée d'une relative innocuité du changement climatique. En effet, avec la loi d'évolution choisie par AABH, les problèmes sont lointains puisqu'ils n'apparaissent qu'autour de 6 °C, et le système climatique est relativement robuste puisqu'il revient à l'équilibre même après de larges perturbations.

Quant à la représentation générale de l'économie dans le modèle AABH, la croissance est portée par l'entrepreneur schumpéterien. Cette conception valorise l'entrepreneur individuel au détriment des entreprises collectives. Elle est historiquement située, spécifique à notre époque, comme le confirme l'expérience de pensée suivante : si l'on attribue les iPads, iPods et iPhones à l'héroïque Steve Jobs, à quel entrepreneur schumpéterien doit-on attribuer le programme électro-nucléaire français ?

Le modèle de l'entrepreneur schumpéterien présente une inflexion par rapport au modèle de l'apprentissage par le métier. Ce dernier met davantage l'accent sur l'expérience des ouvriers et l'importance d'une continuité de la production. Les réflexions sur le *learning-by-doing* datent des années soixante, et aujourd'hui,

on considère qu'elles n'ont pas de « fondations micro-économiques ». *O tempora, o mores*. Le modèle de l'entrepreneur est plus dans l'esprit de notre époque, avec son insistance sur des individus singuliers, aux talents exceptionnels, qui sont les seuls à faire avancer la machine économique. Ce déplacement dans les catégories de l'analyse économique n'est probablement pas sans rapport avec l'émergence d'un « nouvel esprit du capitalisme » depuis les années 1980 (Boltanski et Chiapello, 1999).

Toutefois, le modèle AABH ne se contente pas de faire ressortir le rôle de l'entrepreneur schumpétérien au sens large. Sans rien changer aux équations du modèle AABH, il pourrait recommander de subventionner les managers et les cadres pour les attirer dans le secteur de l'énergie propre. Pourtant, un économiste qui défendrait la subvention des patrons pour faciliter la transition de l'énergie sale à l'énergie propre susciterait un tollé dans l'opinion et chez ses confrères : à notre connaissance, nul ne s'y est risqué. Alors que des économistes, demandant, sur la même base analytique, de subventionner la recherche, voient leurs propos repris, amplifiés, doctement approuvés par les autorités.

Pour gagner en visibilité, l'Économiste doit traduire les concepts qu'il utilise avec des mots du langage courant, assimilables par d'autres disciplines académiques, d'autres sphères d'expertise. Les jeux de l'évocation sont donc au cœur même de l'extension du discours économique hors de la discipline. Un programme de subvention de l'« entrepreneur schumpétérien », sans plus de précision, n'a que peu de chances de trouver un écho. L'entrepreneur schumpétérien n'évoque que peu de choses, son contenu concret est indéterminé, il peut recouvrir aussi bien un manager qu'un chercheur. Le choix de l'Économiste d'incarner l'entrepreneur schumpétérien dans la figure du chercheur ou du manager n'est pas un choix scientifique, neutre ou objectif, car ces deux possibilités sont défendables et plausibles. Ce peut être un choix délibérément politique ou inconscient.

En traduisant en priorité « entrepreneur schumpétérien » par chercheur, l'Économiste exprime un préjugé de la théorie Économique, et plus généralement de notre époque. Ce préjugé est celui que les découvertes scientifiques entraînent des innovations techniques, qui entraînent de la croissance. Pour l'orthodoxie économique contemporaine, le progrès technique intervient lorsqu'on applique dans la sphère de la production des connaissances obtenues en laboratoire. La science fondamentale entraîne des retombées positives vers la science appliquée, puis vers l'industrie.

L'accent est donc mis sur les progrès de la connaissance effectués par des chercheurs, qui se transforment en progrès technique, avec une hausse de la productivité générale des facteurs capital et travail. Le progrès technique, provoqué par la recherche, est donc la cause ultime de la croissance. Les modèles schumpétériens de croissance expriment aujourd'hui l'acmé de l'enseignement de l'économie. Ces modèles représentent la quintessence de notre savoir économique sur la croissance, et plus encore sur la représentation que nous nous en faisons. Depuis les innovations techniques sorties des laboratoires militaires pendant la Seconde Guerre mondiale, nous nous représentons la croissance comme mise en œuvre de techniques découvertes d'abord dans les enceintes des laboratoires. De là découle toute une série de positions politiques et philosophiques, en premier lieu

l'injonction à financer la recherche dans tous les domaines, à en faire une priorité car elle serait notre seule porte de sortie. Cette tendance est particulièrement marquée dans le cas des problèmes environnementaux, où les écologistes, défenseurs de l'environnement, ou promoteurs d'une action publique réglementaire forte sont accusés de sous-estimer le génie humain, la capacité de l'homme à inventer des solutions, voire de retirer carrément à l'humanité toute solution viable en adoptant une attitude anti-science (on se souvient de l'Appel de Heidelberg, à la veille du sommet de Rio de 1992, qui fustigeait dans l'écologie « une idéologie irrationnelle qui s'oppose au progrès scientifique et industriel et nuit au développement économique et social. »).

On découvre par contraste les préjugés de notre époque si l'on se reporte au texte de Schumpeter. La conception de l'entrepreneur par Schumpeter est assez différente de celle des modèles « schumpéteriens ». Schumpeter différenciait très clairement le rôle de l'entrepreneur de celui de l'inventeur :

It is particularly important to distinguish the entrepreneur from the "inventor." Many inventors have become entrepreneurs and the relative frequency of this case is no doubt an interesting subject to investigate, but there is no necessary connection between the two functions. The inventor produces ideas, the entrepreneur "gets things done," which may but need not embody anything that is scientifically new. (Schumpeter, 1947a, p. 152)

À tout prendre l'entrepreneur selon Schumpeter est plus proche de nos « managers » que des « chercheurs » d'AABH. Surtout la manière dont l'entrepreneur « fait les choses » donne son mouvement particulier au capitalisme. L'adoption d'une invention ne se produit pas d'une manière continue et concertée par l'ensemble des firmes. Elle est le fait de quelques individus qui perçoivent avant les autres une opportunité et font tout pour pousser leur avantage. De là les retournements brutaux de fortune et le caractère heurté de la dynamique du capitalisme. Celle-ci est plutôt formée par une succession de déséquilibres cf. 3.4.2), et les modèles de croissance, qui sont toujours à l'équilibre, ont bien du mal à intégrer ce mouvement particulier (Malinvaud, 1993, p. 186). Le processus de recherche décrit par les modèles de la croissance endogène ressemble bien plus au progrès routinisé dans lequel Schumpeter voyait les prodromes du socialisme qu'à « l'ouragan perpétuel » (Schumpeter, 1942, p. 123) de la destruction créatrice.

La micro-fondation particulière du moteur de croissance n'est donc pas une vérité admise de tout temps. Le choix d'une « histoire comme ça », parmi les multiples possibles, se comprend en référence à l'esprit de l'époque. L'approche de la rhétorique des économistes par McCloskey doit être amendée. Celle-ci notait que, face aux variables *ad hoc* des régressions statistiques, l'économiste était beaucoup plus confiant s'il s'appuyait sur une théorie. Mais « "disposer d'une théorie" n'est pas aussi sûr qu'on pourrait l'imaginer, car tout dépend, par exemple, du raisonnement en vogue à tel ou tel moment. Avant 1962, quiconque aurait intégré la production passée accumulée dans une équation expliquant la productivité aurait été accusé d'utiliser des arguments *ad hoc*. Or l'essai de Arrow sur "The Economics of Learning by Doing" [...] sonna le début de l'offensive. » (McCloskey, 1983, p. 502)³² Aujourd'hui cette théorie est démodée. Nous pensons donc qu'il

32. Traduit par Frédéric Regard in Frobort (2004, p. 100).

faut chercher à voir ce qui se joue derrière cette mode des arguments, ce que McCloskey ne fait pas. Il faut comprendre pourquoi certains arguments sont acceptés à une époque et rejetés à d'autres. On ne peut se contenter d'une analyse stylistique de la rhétorique. Philip Mirowski (1987) le remarquait dans une critique de l'approche rhétorique de McCloskey. Pour lui, l'analyse de la rhétorique des économistes doit être menée sur un plan diachronique aussi bien que synchronique, et dans une perspective critique (Frobert, 2004, p. 32-33). Il faut historiciser la rhétorique des économistes. Pour notre part, nous considérons ces modes académiques comme des manifestations des mutations de l'esprit du capitalisme. Il s'agit certes là d'une explication un peu lourde mais qui a le mérite de jeter un éclairage sur des changements autrement mystérieux.

Le comble des jeux de l'évocation est cependant atteint avec la présentation des résultats numériques. Lors des réponses des auteurs à notre commentaire, toutes les remarques concernant la calibration et les résultats empiriques ont été systématiquement dédaignées. Raisonnant comme un Économiste, on peut néanmoins se dire que si cet exemple numérique n'apportait rien, il ne serait pas présent. Loin d'être négligeables, les résultats numériques, présentés de manière visuelle, sont des éléments qui sont regardés en premier, pour comprendre la dynamique du modèle. Certains lecteurs ne retiendront de l'article que les graphiques. Les simulations numériques ne sont pas anodines, elles contiennent l'essentiel du message latent du modèle AABH.

Simple « exemple quantitatif » dans la version publiée, les simulations numériques étaient conçues au départ comme une évaluation quantitative des forces économiques ; c'est la raison pour laquelle les auteurs se sont donné la peine d'effectuer un semblant de calibration au lieu de choisir au hasard les paramètres. À travers cet exemple numérique, ils révèlent leur vision du monde, dans laquelle le changement climatique est un problème mineur (cf. 1.2.3), la réorientation du système de production de l'énergie s'effectue aisément (cf. 1.3.2), et le progrès technique apporte les solutions (cf. 1.1.1), grâce aux subventions accordées à des chercheurs providentiels.

Les jeux de l'évocation permettent d'éclairer d'une autre façon le fonctionnement de la rhétorique des économistes. Des déductions rigoureusement conduites à partir d'hypothèses sont logiquement inattaquables. Elle servent d'alibi pour faire passer des représentations, par exemple l'attribution de la croissance aux chercheurs. Mais réciproquement, si des hypothèses spéciales suivies de déductions sont acceptées comme preuve, c'est qu'elles correspondent à l'esprit de l'époque, comme Solow (1988, p. 35) ou Heilbroner (1988) l'avaient pressenti. Le modèle-alibi est d'autant plus perçu comme scientifique que son message correspond aux idées conventionnelles en vigueur. La structure mathématique sert d'alibi pour diffuser des idées, en retour la compatibilité entre ces idées et l'esprit du temps fait accepter largement le modèle. L'imposition d'une structure logique sur des idées conventionnelles est le viatique grâce auquel un modèle chemine longtemps dans l'esprit de l'Économiste.

Ces jeux de l'évocation ne sont pourtant pas neutres. Ils peuvent contribuer à enfermer le débat public dans de mauvais cadres. Malgré la précision formelle derrière laquelle ils s'abritent, ils conduisent en fait à des propositions particulières.

rement floues. La principale proposition substantielle issue du modèle AABH est ainsi qu'il faut financer la recherche de technologies propres pour lutter contre le changement climatique. Cette recommandation politique est une extrapolation induite du contenu logique du modèle. Mais elle est surtout particulièrement peu précise, du fait du refus de la quantification inhérent à la démarche adoptée. On ne sait pas quel est le montant qu'il faudrait allouer à la recherche dans les techniques propres. Dès lors, ce type de proposition autorise tous les abus. En finançant un peu de recherche, n'importe quel gouvernement peut prétendre mener une politique de lutte contre le changement climatique. Le montant de l'effort n'est jamais précisé et il est donc impossible de savoir si ce qui est mis en œuvre est à la hauteur de l'enjeu. Les modèles sans quantification sont donc particulièrement sujets à tout type de récupération partisane. Les jeux de l'évocation à partir des modèles mathématiques font surgir des propositions qui ne sont pas arrimées à la réalité et ne peuvent pas être mises à l'épreuve. Ils jouent donc un rôle néfaste pour les questions de politique économique, qui sont un des pans, que l'académie le regrette ou non, de la discipline économique.

On peut apprécier l'efficacité des jeux de l'évocation grâce à un passage du dernier livre de Philippe [Askenazy \(2011\)](#). Après avoir présenté quatre décennies de politiques de l'emploi en France, il s'intéresse aux perspectives futures et notamment à la croissance verte. Voici ce qu'il en écrit.

L'impératif climatologique ou la préservation de l'environnement, dont on ne discutera pas ici la pertinence, nécessitent une adaptation des modes de création des richesses et de consommation. Alors qu'une minorité appelle à la décroissance, cet impératif est théoriquement compatible avec un maintien d'une croissance économique [renvoi en note de bas de page : Par exemple, Daron Acemoglu, Philippe Aghion, Leonardo Bursztyn, David Hemous, « The Environment and directed technical change », NBER Working Paper n°15451, 2009.]. La croissance verte ne signifie cependant pas une croissance plus vive, mais une poursuite de la croissance qui s'accompagne d'une substitution de technologies polluantes par des technologies propres ; ce qui passe notamment par la réorientation des dépenses de R&D. ([Askenazy, 2011](#), p. 285)

La convocation de l'article AABH n'est pas vraiment justifiée par ses conclusions scientifiques. Un raisonnement sur la croissance verte qui souhaiterait mobiliser le modèle AABH, devrait commencer par les remarques suivantes, plus conformes au véritable contenu scientifique du modèle : « Selon le modèle AABH, l'impératif climatique est théoriquement compatible ou incompatible avec un maintien d'une croissance économique. Le modèle est tellement désincarné qu'il est impossible de savoir quel est le cas empiriquement pertinent. Quand à la croissance verte (ou propre) de long terme, elle est postulée égale à la croissance sale de long terme, parce que la supposée micro-fondation ne permet pas de l'estimer. » Il est donc difficile de s'appuyer sur ce modèle pour fonder quel que raisonnement que ce soit.

Au regard de ce que dit, strictement parlant, le modèle, l'usage qu'en fait P. Askenazy est grossièrement inadéquat. On aurait tort pourtant de le lui reprocher. L'interprétation, qui excède largement le sens scientifique du modèle, est

exactement celle que les auteurs ont voulu lui donner. Le vocabulaire utilisé pour transcrire les variables mathématiques, les illustrations numériques vont dans ce sens. Le modèle n'est que le vecteur d'une histoire particulière. Elle est d'autant mieux reçue qu'elle s'appuie sur des préjugés partagés. En contrepartie, la référence au modèle fonctionne comme un gage de sérieux.

Notre analyse a précisé le mode de fonctionnement de la rhétorique des économistes. Le recours aux mathématiques permet de prouver des propositions de manière logique. La preuve de la proposition est assurée par la correction de la déduction de la proposition à partir des prémisses. Cet ensemble de propositions logiques forment le cœur de la scientificité d'un modèle. Mais la transcription des propositions mathématiques dans les termes de la langue naturelle suggère toujours des connotations qui vont au-delà du pur sens logique. Ce sont les jeux de l'évocation qui apportent un contenu substantiel à un modèle mathématique qui en est sinon dépourvu. Ce contenu substantiel est précisément ce qui fait l'intérêt du modèle et la raison de son existence. Mais il n'a qu'un rapport ténu avec les propositions logiques. L'évocation est guidée avant tout par la manière dont les auteurs racontent leur modèle, par l'histoire qu'ils mettent en scène. La micro-fondation, qui spécifie des agents réels à la base des variables agrégées, donne de la chair au modèle et joue donc un rôle crucial dans la suggestion d'un contenu substantiel. Cette évocation est amplifiée lorsqu'elle s'accorde avec les préjugés de l'époque ou de la profession économique.

À ce stade, nous voyons surtout des jeux de langage à propos d'un substrat de symboles. Le modèle et le langage naturel divaguent de concert, sans que rien ne puisse limiter le libre jeu de l'interprétation.

1.4.4 *L'adéquation des modèles à la réalité*

Les modèles mathématiques d'économie théorique, comme le modèle AABH, ne sont pas forcément garants d'objectivité scientifique, contrairement à une opinion répandue. Le modèle laisse une très grande liberté à ses auteurs dans l'interprétation des variables. Cette caractéristique des modèles mathématiques avait été remarquée par Paul Streeten, dans un des premiers colloques consacrés à l'économie de l'environnement, organisé par Ignacy Sachs :

Much mathematical economics is vague, but for quite different reasons than those that give rise to vagueness in literary treatments. This is so because it is not made clear what real entities the mathematical symbols stand for, or, if it is made clear, the assumptions about the symbols do not apply to the concrete entities. While a, b and c lend themselves to rigorous manipulations, the identifications of a with an individual, b with a farm and c with a firm, constitute large logical jumps. Rigour is lacking because the symbols are not identified or are ill-defined. (Streeten, 1972, p. 50)

Le modèle mathématique est vague parce que les symboles ne sont pas reliés à une réalité. Le sens du modèle est alors sujet à plusieurs interprétations, comme nous l'avons vu. Sans lien explicite entre le modèle et la réalité, la rhétorique des économistes devient le simple véhicule d'idéologies, les modèles mathématiques

peuvent servir d'alibi à des représentations normatives. Dans la discussion du rôle apologétique des modèles d'équilibre général pour justifier le capitalisme, Kolm (1975, p.131) remarquait que « le point litigieux n'est pas la construction théorique [de l'équilibre général] elle-même, mais la mesure en laquelle le monde économique occidental actuel ressemble à la "concurrence parfaite" du modèle. La vérité force à dire qu'il est difficile de répondre à cette question. Que la coïncidence ne soit pas parfaite, cela va sans dire. Mais la difficulté provient de l'absence de définition du "degré de proximité" et de ce que serait une ressemblance "acceptable". »

Le problème des modèles mathématiques est ainsi celui de la correspondance entre le modèle, abstraction de la réalité, et la réalité elle-même (Georgescu-Roegen, 1966b, p. 119–120). Entre le modèle et son interprétation en langue naturelle, il manque un troisième terme pour briser l'indétermination du sens, et ce troisième est la réalité, qui s'introduit par le biais de la quantification.

Pour que le modèle ne soit pas juste une fable, une histoire mise en symboles, l'économiste doit pouvoir calibrer la correspondance de son modèle avec la réalité. Aujourd'hui, la construction de modèles théoriques, assortie de la preuve de lemmes, de propositions et de théorèmes, représente le pinacle de la théorie Économique ; elle donne la meilleure respectabilité à ses auteurs. Mais le prestige de cette pratique ne doit pas nous aveugler. Si la science économique peut être autre chose qu'une machine à produire du pouvoir et de la distinction, alors ces modèles doivent avoir une signification réelle. On peut décliner les exigences qui découlent d'une certaine adéquation à la réalité de trois manières.

Premièrement, les propositions théoriques doivent se présenter sous une forme constructive. Pour qu'une proposition ait une quelconque signification réelle, autre que purement spéculative, elle doit être assortie de conditions permettant de dire si elle s'applique à tel ou tel cas d'espèce. Les formulations du type « si x est suffisamment grand, alors » ne sont d'aucun intérêt si les conditions d'application de la proposition ne sont pas décrites de manière explicite, si un critère n'est pas fourni pour dire en pratique ce qu'est x et quand il est « suffisamment grand ».

Deuxièmement, les hypothèses doivent être vérifiées pour savoir si le modèle a une pertinence et si les propositions évoquées ci-dessus s'appliquent au cas d'espèce. Une proposition générale n'a pas d'intérêt si elle ne s'applique à aucun cas³³. Leontief mettait en garde contre cet oubli :

By the time it comes to interpretation of the substantive conclusions, the assumptions on which the model has been based are easily forgotten. But it is precisely the empirical validity of these assumptions on which the usefulness of the entire exercise depends. What is really needed, in most cases, is a very difficult and seldom very neat assessment and verification of these assumptions in terms of observed facts. (Leontief, 1971, p. 2)

Troisièmement, les résultats substantifs tirés des propositions doivent également être retranscrits dans les termes de la réalité. Le modèle peut bien exhiber

33. On a vu des mathématiciens définir une classe de fonction et déduire des propriétés valables pour cette classe, avant de se rendre compte que la classe était réduite à la fonction nulle. Ils ont eu la présence d'esprit d'arrêter les recherches.

des relations précises entre des quantités du modèle déterminées, si on ne sait pas comment relier les quantités du modèle aux quantités réelles, alors le modèle ne nous apprend rien.

Cette étape est cruciale, car la grande latitude dans la traduction des propositions mathématiques en langage naturel a tôt fait de laisser place aux jeux de l'évocation. La traduction littéraire des mathématiques utilise souvent des qualificatifs qui formulent des jugements de valeur implicites. Dans le modèle AABH, on l'a vu pour le terme de « temporaire ». Il peut être intéressant de montrer qu'un processus s'arrête après un temps fini. Mais ce résultat n'a aucune portée pratique si on ne donne pas un ordre de grandeur de la durée au bout de laquelle le processus s'interrompt. Seule la connaissance de cet ordre de grandeur autorise ensuite le passage à des qualificatifs de la langue naturelle, qui suggèrent automatiquement des comparaisons. La critique du modèle AABH sur l'interprétation des résultats portait ainsi sur cette transcription des résultats logiques en suggestions faites par les auteurs. Leur défense a consisté à refuser ce terrain glissant de confrontation aux ordres de grandeur impliqués par le modèle, et à se réfugier derrière la vérité mathématique des propositions énoncées. Cela réduit à néant la connaissance apportée par les énoncés, car une vérité mathématique n'a de sens économique que si elle s'applique sur les systèmes économiques réels. Ce n'est possible *a minima* que si les paramètres clefs ont un sens réel.

La quantification et donc le calcul numérique du modèle sont ainsi une étape déterminante pour le sens qu'il faut donner au modèle. C'est le chiffrage du modèle qui donne un arrimage à la réalité. Ainsi, l'interprétation peut être circonscrite par les chiffres qui correspondent à une réalité mesurée.

Ces trois préceptes de méthode ne signalent pas un retour au positivisme ou à une méthodologie réfutationniste. McCloskey avait raison de dire qu'une telle méthodologie n'est pas tenable. Ce ne sont pas non plus la nouvelle mouture d'une méthodologie prescriptive. Notre intention n'est pas de formuler des critères permettant de réfuter tel ou tel modèle, de choisir entre un modèle et un autre. Les préceptes ne disent absolument rien sur la vérité des modèles qui s'y conformeraient. Ces trois critères sont les conditions minimales de recevabilité pour qu'un modèle puisse dialoguer avec la réalité. Ce sont des garde-fous contre l'abstraction et l'alibi.

Refuser nos préceptes, c'est supprimer les ordres de grandeur que le modèle implique, c'est reconnaître que le modèle ne s'applique qu'à une sphère idéelle, à un monde imaginaire. En rester aux propositions formelles mathématiques, c'est rester à un niveau très indéterminé, qui autorise tous les liens possibles avec le réel. Cette indétermination peut être mise à profit pour donner l'inclination voulue aux résultats.

Entre la vision formaliste que l'on trouve à l'œuvre dans l'article d'AABH et la vision réaliste qui inspire nos préceptes, les liens entre modèles, langages et réalités qui s'opposent sont agencés différemment. L'enchaînement ne se fait pas dans le même sens. La vision formaliste passe du modèle aux faits par le biais du langage : les variables du modèle logique sont appelées avec des noms de la langue naturelle, qui évoquent une réalité concrète. Le lien entre le modèle et la réalité est donc dépendant de la puissance d'évocation des mots choisis, il est contingent. Au contraire, la vision réaliste traduit le modèle en langage naturel

par l'intermédiaire des chiffres : les variables chiffrées du modèle correspondent à une réalité statistiquement enregistrée, que l'on peut décrire également en langage naturel. La traduction du modèle en mots est donc étayé par la quantification. La correspondance entre le modèle et le langage naturel se fonde sur un rapport chiffré. L'histoire que raconte le modèle n'est plus arbitraire.

1.4.5 *Les limites de la mathématisation de l'économie*

Faute d'une appréciation de la correspondance entre la réalité et les modèles, les résultats purement théoriques continuent d'être publiés. Les plaintes contre l'excessive mathématisation de la discipline économique, l'oubli de la réalité et la fuite en avant spéculative ne sont pas nouvelles (Gordon (1976) ; Leontief (1982) ; Morgan (1988) ; tempéré par Fels (1992)), mais nous craignons qu'elles soient toujours valides.

La science économique devient une partie de ce qu'on appelle les mathématiques appliquées. « Appliquées » car les problèmes posés ne viennent pas des domaines que les mathématiciens considèrent comme « nobles » (algèbre, analyse, topologie) mais sont inspirés du fonctionnement du monde. « Mathématiques » au sens propre car le but n'est pas de comprendre et d'analyser le fonctionnement du monde, mais de résoudre, à l'aide de règles logiques, des problèmes qui ont été suggérés par tel ou tel aspect de la réalité. Les économistes sont à leur tour frappés du syndrome mathématicien par excellence, le « bourbakisme », c'est-à-dire la recherche de la généralité maximale. Pourtant leurs objectifs devraient être, dans la majorité des cas, opposés. Ils devraient chercher à juger non pas en toute généralité, mais bien *in concreto*.

Face à ce qui apparaît comme une quête de plaisir esthétique ou une démonstration de virtuosité manipulatoire,

un bon nombre de “modèles” économiques publiés se justifient de la façon suivante : “mes hypothèses – sur le réel – sont peut-être fausses, mais, si elle sont vraies, le résultat que j'indique est intéressant notamment parce que les conclusions que l'on en tire pour l'action sont utiles au choix de celle-ci”. On appelle ceci “une contribution” à la discipline. Son utilité sociale est sous “bénéfice d'inventaire” de l'adéquation des hypothèses aux faits. Et pour que cette théorie ait un intérêt en l'état présent des connaissances, il faut que cette adéquation ait *a priori* quelques chances de se révéler acceptable. Ceci explique d'ailleurs le foisonnement de cette théorie : comme on ne sait pas quelles hypothèses sont vraies ou en quel degré, on fait un modèle dans chaque cas du réel possible. (Kolm, 1975, p.135).

La continuité des récriminations sur la mathématisation des sciences économiques, tout comme la persistance des diagnostics de crise de la théorie économique, nous fait dire que la situation risque de perdurer. Le principal problème est la reproduction de ces problèmes par le système académique. Cela tient en partie à des contraintes institutionnelles et au fonctionnement du recrutement académique (Leontief, 1971, p. 3 ; Debreu, 1991, p. 5-6).

Surtout, le caractère ésotérique des raisonnements mathématiques impressionne. C'est vrai pour les chercheurs mais plus encore pour les étudiants, dont la

formation mathématique est souvent insuffisante pour percevoir le sens de la manipulation absconce de symboles. Mal compris, mal assimilé, mal maîtrisé, le langage mathématique, lorsqu'il est mis trop tôt sur les phénomènes économiques, est un voile qui empêche de comprendre. Au lieu d'être un tuteur qui guide la pensée vers des zones fructueuses, qui discipline le raisonnement, il est un corset que l'on doit enfiler pour réussir aux examens (Robinson, 1960).

Le but des « Econs » devient alors la construction de « modls » (Leijonhufvud, 1973). Ces modèles doivent exprimer de manière esthétique quelques relations fondamentales. La question de la pertinence empirique importe peu : le modèle est la réalisation scientifique en elle-même. Il est ainsi caractéristique que lorsque Varian (1998) explique comment construire un modèle économique, il n'aborde nullement la correspondance du modèle avec la réalité ni sa validation empirique du modèle. Tout ceci n'est probablement pas digne d'un théoricien.

Il est intéressant de noter que ces travers de la mathématisation de l'économie avaient été clairement identifiés dès les débuts de celle-ci. En germe dès les années 1920, la mathématisation de l'économie acquiert une visibilité qui ne la quittera plus avec les *Fondations* de Paul Samuelson, publiées en 1948. Le titre a valeur d'un programme, sur lequel l'économie contemporaine continue de bâtir.

Dans sa recension de l'ouvrage de Samuelson, Kenneth Boulding (1948) fait preuve d'une grande perspicacité (nous retrouverons sa grande clairvoyance en 2.2.1). Les réflexions que lui inspirent cette nouvelle façon de procéder valent la peine d'être rapportée. Il perçoit d'emblée les travers impliqués par la tentation mathématisante de Samuelson.

Boulding concède que les mathématiques donnent un traitement rigoureusement logique des variables, mais dans le même temps, elles plaquent une structure homogène sur ce qui est, dans le réel, hétérogène :

Mathematics operates at the level of abstraction where any heterogeneity or complexity in the structure of its basic variables may be neglected. This fact constitutes at once the strength and the weakness of mathematics as applied, say, to economics—strength because, by abstraction from the internal structure of variables, certain basic relationships may be seen more clearly and inconsistencies exposed; weakness because mathematical treatment distracts attention from the actual complexity of the internal structure of the variables concerned and hence is likely to lead to error where this structure is important. (Boulding, 1948, p. 189)

Recouvrir une réalité disparate par un symbole ne rend pas pour autant la réalité homogène. Pour l'analyse économique, cet aplatissement de l'hétérogénéité des variables économiques pose le problème de la légitimité de l'agrégation. Nous avons déjà eu un aperçu des problèmes par l'hétérogénéité des variables lors de la discussion sur l'élasticité de substitution entre énergie propre et énergie sale dans le modèle AABH. Énergie propre et énergie sale amalgament des réalités techniques différentes et en conséquence, un paramètre construit à partir de ces quantités supposées homogènes, est encore plus sujet à caution. Ce problème est récurrent et nous en verrons un autre exemple lorsque nous discuterons les controverses de la théorie du capital et la fonction de production agrégée (cf.

chapitre 3). La facilité de traitement permise par les mathématiques fait donc courir le risque de raisonner sur des termes agrégés de manière artificielle. La formalisation mathématique donne l'apparence de l'homogénéité à un tout dont les parties peuvent être soumises à des influences très différentes. La pertinence du traitement par une variable symbolique nécessairement homogène doit être vérifiée au préalable ou *a posteriori*.

Le projet-même des *Fondations* de Samuelson implique de ne pas prêter attention aux productions des économistes passés. Les *Fondations* constituent une somme qui rassemble et organise les éléments valables de la théorie Économique. C'est à travers cette somme que l'on apprend l'économie et non en se confrontant aux problèmes des anciens économistes dans leur contexte historique. Cet enseignement anti-historique de l'économie produit « a generation of economists whose main preoccupation consists of analyzing data which they have not collected and who have no interest whatever in what might be called a data-reality function, that is, in what extent a set of data corresponds to any significant reality in the world. » (Boulding, 1971, p.233)

Pour éviter ces écueils, Boulding compte surtout sur l'exercice du jugement, formé principalement par la lecture des économistes du passé (Boulding, 1971). En effet, Boulding distingue dans le savoir économique la part de calcul logique, sur laquelle les mathématiques peuvent être utiles, de la part de jugement informé, où le raisonnement littéraire est plus pertinent. « The judgment as to *what* variables are significant, what aggregates are homogeneous enough to be treated as variables, what basic assumptions are reasonable about the nature of assumed functional relationships—these involve the exercise of a faculty of mind which is more akin to literary criticism than to mathematical analysis. »

Le jugement sélectionne les bonnes variables et les bonnes relations entre les variables, c'est-à-dire les relations significatives, mais le jugement apprécie également l'adéquation du modèle à la réalité, lien qui constitue, nous l'avons vu, le point faible de la mathématisation :

Any subject such as economics which is “empirical”, in the sense that it is interested in the interpretation of actual human experience, must have two parts: the construction of logical frameworks (the “pure” subject) and the interpretation of reality by fitting the logical framework to the complex of empirical data (the “applied” subject). In economics we have “pure” economics which is simply a structure of hypothetical propositions; in “applied” economics we fit such a structure to various points of the mass of real experience and see how well the structure then fits other points. “Pure” economics, however—like the “pure” part of any subject—is never quite pure, because of the fact that we are interested in hypothetical frameworks not for their own sake alone but because of their usefulness in interpreting reality. There is an infinite number of possible economic “models,” all of them consistent logical frameworks. The task of “judgment” in economics is to select, out of the many possible frameworks, those which have interpretative value when applied to reality. (Boulding, 1948, p.190)

L'opposition entre le calcul logique et le jugement est semblable à la distinction pascalienne entre esprit de géométrie et esprit de finesse. Malheureusement l'esprit de finesse est de moins en moins présent dans l'enseignement de l'économie.

Tout ce que nous venons de signaler sont plus des travers que de véritables limites des mathématiques en économie. Dans un monde idéal de la connaissance, ces écueils pourraient être évités. Il y a toutefois bien des limites constitutives à l'usage des mathématiques. Un pénétrant essai de [Georgescu-Roegen \(1966b\)](#) montre ce qui résiste aux mathématiques.

Né en Roumanie, Nicholas Georgescu-Roegen, mathématicien formé à Paris à la fin des années 1920, devient économiste à Harvard sous la direction de Schumpeter. Il publie sur des sujets pointus d'économie mathématique, comme l'intégrabilité des préférences. Il retourne dans son pays natal en 1936. Après-guerre, il fuit le régime communiste et revient aux États-Unis en 1948. Il découvre que la communauté des économistes devient progressivement dogmatique, avec le recours exclusif à l'analyse marginaliste et au formalisme mathématique. En tant que mathématicien et économiste, il expose dans cet essai ses doutes sur la voie suivie par la discipline économique. Cette analyse critique le conduira plus tard à mettre en avant le caractère historiquement et matériellement situé des systèmes économiques (cf. [2.2.4](#)).

Paul Samuelson écrit la préface de cet essai, destiné à toute la communauté économique. Il rappelle que Georgescu-Roegen rejette « les prétentions du charabia symbolique ». « Comme il a une formation mathématique très supérieure, il est tout à fait immunisé contre les charmes de séduction de ce sujet. » Samuelson conclut en défiant « tout économiste informé de rester satisfait de soi après avoir médité sur cet essai. » ([Georgescu-Roegen, 1966a](#), p. ix) Que nous apprend cet essai ?

Les mathématiques, comme la logique standard, reposent sur une différenciation discrète des propriétés, c'est-à-dire des propriétés dont on peut dire qu'elles sont vraies ou fausses, sans intermédiaire³⁴. Elles ne peuvent s'appliquer qu'à des concepts également différenciés de manière discrète, des concepts « arithmomorphiques ». La puissance analytique des outils mathématiques vient précisément de la différenciation discrète des concepts.

Cependant l'esprit humain ne s'appuie pas uniquement sur les concepts arithmomorphiques pour appréhender et organiser la réalité. Au contraire, « un grand nombre de concepts appartiennent à la catégorie de ceux qui ne peuvent être différenciés de façon discrète, parmi eux se trouvent les concepts vitaux du jugement humain, comme bon, justice, vraisemblance, besoin, etc. Ils n'ont pas de frontières arithmomorphiques ; au contraire, ils sont entourés d'une pénombre dans laquelle ils se recoupent avec leurs opposés » ([Georgescu-Roegen, 1966b](#), p. 24). Ces concepts sont des concepts dialectiques. Pour eux, le principe de non-contradiction ne s'applique pas.

34. La logique floue essaye de dépasser cette différenciation discrète en autorisant la valeur de vérité d'une proposition à être un nombre quelconque entre zéro et un. Dans la logique naturelle, la valeur de vérité d'une proposition est soit zéro, soit un. C'est en ce sens que les propriétés mathématiques sont discrètes. Notons que le caractère discret des propositions mathématiques n'a rien à voir avec le continuum des nombres réels. Un nombre réel est également un concept discret. On peut en théorie dire avec certitude s'il est égal ou non à un autre nombre réel.

Il n'y a pas de bonne définition des concepts dialectiques qui permettrait de dire si tel ou tel objet relève avec précision de ce concept. Certes, il est toujours possible d'avoir un point de vue nominaliste, de dire que le concept ne recouvre que la définition que l'on veut bien lui donner et de formuler une telle définition arithmomorphique. Mais cette définition se révélera insatisfaisante au regard à la compréhension naturelle du concept. Georgescu-Roegen prend l'exemple de la démocratie³⁵. On argumentera toujours pour savoir si un pays donné est une démocratie en s'appuyant sur des critères tels que les libertés formelles, le pouvoir de décision réel, etc. « En outre, les efforts pour définir la démocratie sont contrecarrés par un type de difficulté plus général et plus convaincant que celui qu'on vient de mentionner. Puisque la "démocratie" implique sans aucun doute le droit de vote mais pas à tout âge, sa définition doit nécessairement spécifier la limite *convenable* de l'âge de vote. Supposons que l'on se soit mis d'accord pour que cette limite soit L. La question naturelle de savoir pourquoi $L - \epsilon$ n'est pas une aussi bonne limite, révèle pleinement l'impossibilité de tenir compte de tous les impondérables de la "démocratie" dans un concept arithmomorphique. » (Georgescu-Roegen, 1966b, p. 28).

Pour autant les concepts dialectiques ne se recouvrent pas partout. A est parfois confondu avec non-A, mais il ne lui est pas identique. L'autocratie est différente de la démocratie, mais il y a des zones où on ne pourra pas distinguer entre l'une et l'autre. L'erreur des positivistes est de croire que tous les concepts sont arithmomorphiques, tandis que l'erreur des hégéliens est de croire qu'un concept dialectique est partout égal à sa négation, alors que cela n'est vrai que dans une certaine zone de pénombre.³⁶

On peut voir ce biais positiviste dans le modèle AABH, où la séparation entre la production propre et sale est de nature arithmomorphique. Les agents de l'économie savent ce qui doit être identifié comme sale et ce qui doit être identifié comme propre. Mais cette dichotomie arithmomorphique fait l'impasse sur la nature controversée de la distinction entre technologies « propres » et « sales ». Cette difficulté jette un doute sur la pertinence de se focaliser sur le changement technique dirigé. La plupart des techniques à bas carbone sont en effet controversées quant au contenu effectif d'émissions évitées le long de leur cycle de vie, sans mentionner les autres risques environnementaux qu'elles impliquent (exemple des agrocarburants, de la séquestration du CO₂, des barrages hydro-électriques et de l'énergie nucléaire). Les techniques propres et sales relèvent davantage d'un concept dialectique. Pour que la séparation entre les deux soit arithmomorphique, il faut tout un travail social de classement, de mise en ordre des techniques entre sale et propre. Les controverses sur la nature des techniques montrent que ce classement n'est même pas entamé.

35. Pour Schumpeter également, la démocratie n'est pas un concept redevable d'une définition logique (Schumpeter, 1942, p. 322-326). Georgescu-Roegen, qui fut l'élève de Schumpeter, a sans doute été influencé par son maître sur ce point.

36. Cette tendance à préférer des disjonctions absolues au lieu de concepts plus fluides diversement accentués selon les situations est une tendance caractéristique de la pensée moderne. Elle s'exprime dès la fin du Moyen Âge où la pensée scolastique accentue et rigidifie les distinctions au détriment des interrelations (Dumont, 1983d, p. 245).

Les concepts dialectiques ne se laissent pas dompter par les mathématiques. Les mathématiques sont d'un usage limité pour manipuler des concepts dialectiques parce que le raisonnement exact est impossible avec eux. Joan Robinson (1955a, p.vii) savait qu'« il n'est pas utile d'élaborer des définitions plus précises que la matière à laquelle elles s'appliquent. » Pour appréhender une réalité mouvante et ambiguë, le jugement humain est plus adapté que le raisonnement mathématique, mais l'absence d'erreur ne peut pas être garantie. On pourrait toutefois argumenter que les concepts dialectiques n'ont qu'une influence mineure par rapport aux concepts arithmomorphiques. Mais cette stratégie conduirait à une impasse, car la plupart des catégories du jugement sont fondées sur des concepts dialectiques.

Plus fondamentalement, l'existence du changement empêche la réduction du réel à des concepts arithmomorphiques. Pour Georgescu-Roegen, le changement est un concept dialectique. Les concepts arithmomorphiques et les mathématiques sont impuissants à rendre compte du changement qualitatif. C'est là la limite fondamentale de l'utilisation exclusive des mathématiques en économie. « Aucune science ne peut complètement écarter les concepts dialectiques [parce] qu'aucune science ne peut ignorer définitivement le changement » (Georgescu-Roegen, 1966b, p. 123). Ou encore, comme le dit Michel Aglietta (1982, p. 45), « cette prise en compte [des changements qualitatifs] est indispensable en sciences sociales où les systèmes étudiés ne peuvent être représentés par des systèmes d'équations différentielles plongés dans des variétés continûment différentiables. » Les concepts dialectiques sont omniprésents, et les outils scientifiques devraient s'en accommoder, plutôt que de limiter le raisonnement aux seuls concepts arithmomorphiques. En tant qu'analyse s'appliquant à une réalité historique, l'économie ne peut s'en passer.

Compte tenu de ces limites, les mathématiques en économie servent principalement à deux choses. La première est la raison généralement avancée pour justifier l'usage des mathématiques : il s'agit de débusquer des erreurs de raisonnements. En ce sens, l'analyse économique montre ce qui est faux, plutôt qu'elle ne prouve ce qui est vrai. Les mathématiques en économie sont l'analogue de la preuve par neuf pour le calcul. La deuxième est l'illustration didactique, pour aider à la compréhension d'un raisonnement dialectique, en le figeant pour quelques instants avec des concepts arithmomorphiques.

La réponse de Samuelson à l'examen critique de Georgescu-Roegen est déconcertante : il se contente de vanter l'économie mathématique pour sa beauté. Samuelson ne se prononce pas sur son utilité, ni sur ses limites ; il proclame « la qualité esthétique de l'économie mathématique moderne ». Samuelson se fait lyrique et compare certaines théories économiques avec de grandes réalisations intellectuelles de la physique ou de la chimie : « Tous ceux qui ont senti leur peau frémir en contemplant le principe de Hamilton en dynamique ou l'équilibre de Gibbs des substances hétérogènes, reconnaîtront que le coût comparatif ricardien *est* beau. » (Georgescu-Roegen, 1966a, p. viii) Il est savoureux que Samuelson choisisse précisément la théorie des avantages comparatifs ricardiens. Car la théorie n'est pas simplement belle, elle est également mobilisée à l'appui des politiques de libéralisation du commerce international. Le regard que l'on porte sur cette théorie a donc peu de chances d'être seulement esthétique. Sur le

plan strict de l'analyse économique, Samuelson (2004) lui-même montrera plus tard que la théorie des avantages comparatifs souffre de défauts quand on la considère dans son aspect dynamique. Face aux effets bien réels de la théorie Économique, le repli dans la contemplation esthétique ne peut être une solution.

Pour clore provisoirement ces débats sur la place des mathématiques dans l'analyse économique, il nous faut prendre position et définir une façon de procéder. Nous partageons beaucoup de réserves sur l'usage débridé, irréfléchi et obligatoire des mathématiques en économie. Nous pensons pourtant qu'un usage raisonné y est possible. Suivant la ligne de Georgescu-Roegen, les mathématiques peuvent être utiles pour illustrer un raisonnement ou détecter des erreurs. Surtout une connaissance mathématique approfondie est nécessaire pour comprendre l'effet caché dans des spécifications fonctionnelles. Étant donné l'archi-mathématisation de la théorie Économique, la connaissance des mathématiques est nécessaire à toute critique préalable.

Pour éviter la stérilité du seul calcul logique, nous croyons comme Boulding (1971) en la fréquentation des économistes du passé. Il ne s'agit pas de faire simplement une chronique des idées passées, de repérer les erreurs des penseurs historiques, de s'interroger sur leurs filiations. Les économistes anciens peuvent aussi nous renseigner sur notre situation présente si l'on cherche comment notre présent parle déjà en eux, et comment leur analyse du passé éclaire notre présent. Nous tentons une analyse de ce type à partir des *Perspectives économiques pour nos petits-enfants* dans l'épilogue E. Surtout, le recul qu'apporte la connaissance de l'histoire des idées nous paraît capital pour comprendre ce que sont aujourd'hui les concepts phares de la théorie Économique. Les concepts sont initialement forgés dans un certain contexte historique et social, puis ils sont repris, amendés ou oubliés, sous le poids des événements extérieurs et des contraintes internes de la discipline. Nous pensons que l'étude de l'évolution des concepts nous en apprend beaucoup tant sur les concepts eux-mêmes, que sur la nature du processus qui guide cette évolution.

*
* *

Issu des meilleurs cercles de l'analyse économique orthodoxe, le modèle AABH ambitionnait de fournir un nouveau cadre pour penser la mutation structurelle des économies occidentales dans le contexte du réchauffement climatique. L'étude approfondie de ce modèle a révélé l'irréalisme de nombreux éléments modélisés : le cycle du carbone et la rigidité des systèmes énergétiques notamment. Les relations structurelles du modèle sont présentées de façon vague, de telle sorte que plusieurs interprétations en sont possibles. La croissance peut être engendrée par la recherche, les innovations managériales ou le *learning-by-doing*. L'irréalisme du modèle et son indétermination sont deux aspects complémentaires, qui découlent d'un choix de méthode.

Cette méthode est celle d'un déroulé de conséquences logiques à partir d'hypothèses choisies et d'un refus de tout chiffrage des relations, qui aurait permis de donner une substance aux symboles mathématiques manipulés. En l'état, le modèle ne peut pas apporter des réponses concernant le système économique

réel, puisque le degré de correspondance entre les deux est inconnu. Cette façon désincarnée de pratiquer l'analyse économique autorise à ne pas s'inquiéter de la réalité mais à se fonder sur la seule logique pour établir la validité du modèle. La contrepartie, qui est un défaut si l'on cherche à comprendre le système économique réel ou un avantage si l'on cherche à faire passer pour scientifiques des messages politiques, est de laisser une large place aux jeux de l'évocation à partir des équations du modèle. Ces jeux de l'évocation s'orientent préférentiellement vers un accord avec l'idéologie régnante. L'étude du régime de la preuve montre ainsi un poids spécifique des idées communes dans l'interprétation du modèle.

L'étude du modèle AABH nous invite donc à approfondir trois grands thèmes.

Tout d'abord, il faut préciser la nature du développement occidental et élucider les changements commandés par l'évitement du réchauffement climatique. S'agit-il d'une question de changement technique et de R&D ? ou bien d'autre chose de plus insaisissable ? C'est la question du mode de développement dans ses aspects matériels qui se trouve posée.

Ensuite, nous devons éclaircir le rôle de la théorie économique et son rapport aux faits. En pratique, l'épistémologie économique actuelle fait jouer un rôle déterminant aux modèles logico-mathématiques au détriment d'un dialogue entre la théorie et les faits. Il est capital de comprendre comment la théorie économique est venue à adopter cette posture et, surtout, quel est le prix à payer pour cette manière de faire. Pour le dire comme Olivier Godard (2010c), la théorie économique est-elle une partie de la solution ou une partie du problème ?

Enfin, l'ensemble des valeurs partagées par la communauté économique doit être exhumée. Deux figures majeures sont apparues dans l'exploration du modèle AABH. La première est celle de l'agent économique comme maximisateur d'utilité, que l'on a vu en la personne du chercheur arbitrant les secteurs en fonction des profits attendus. La seconde est celle de l'existence de mécanismes auto-stabilisateurs des relations économiques et sociales. Si le modèle AABH laisse place à une intervention étatique dans les rouages du marché, celle-ci n'est que temporaire. L'auto-régulation constitue la toile de fond de la théorie économique. Face aux revendications de neutralité des outils de la théorie économique, nous n'avons d'autres choix que de remonter le fil de l'histoire des idées pour faire surgir la cohérence idéologique de l'économie.

Pour poursuivre notre recherche, nous ne pouvons qu'avec peine nous servir de la modélisation mathématique, dont les travers et les limites ont été étudiés. Contrairement aux tendances lourdes de la recherche en économie, on trouvera donc dans cette thèse très peu de modèles mathématiques. Nous aurions pu développer un modèle alternatif, tentant d'éviter l'ensemble des écueils de modélisation et d'interprétation relevés dans notre diagnostic du modèle AABH. Notre thèse avait aussi cet objectif : la construction d'un modèle permettant une prise en compte des enjeux du développement soutenable, autorisant le dialogue entre les sciences de la nature et les savoirs techniques, capable de représenter les questions que pose la transition écologique. Toutefois, il n'est pas apparu possible de progresser dans cette direction sans avoir levé les problèmes d'interprétation que pose la théorie économique. C'est la raison pour laquelle notre tâche principale a été de s'atteler à la compréhension des valeurs contenues dans la

théorie économique. C'est un préalable pour pouvoir, à l'avenir, espérer bâtir des constructions intellectuelles échappant à l'emprise idéologique de l'économie.

Notre méthode consistera surtout en la lecture des textes économiques marquants que l'on confrontera à d'autres données, de nature sociologique ou historique. Nous reconstruirons l'évolution des idées économiques sur les questions environnementales, et plus particulièrement sur le circuit de l'énergie, de l'extraction de combustibles fossiles à l'émission de gaz à effet de serre. Nous serons particulièrement sensibles aux inflexions de la théorie économique, dans sa façon d'aborder les questions et dans les méthodes et outils mobilisés. Deux éléments jouent de manière cruciale pour déterminer le sens de ces inflexions : d'une part, l'idéologie économique qui est la toile de fond sur laquelle opèrent ces inflexions, d'autre part, les changements dans l'organisation des systèmes économiques réels.

Cette mise en perspective historique permet de comprendre comment l'économie a forgé les questionnements actuels et les manières légitimes d'y répondre, et donc les solutions pratiques effectivement mises en œuvre. La théorie et l'idéologie économiques participent donc également de l'évolution des systèmes économiques. Il n'y a donc nulle détermination univoque mais évolution conjointe.

Nous tentons donc une analyse de la co-évolution de la théorie, de l'idéologie et du système économiques, c'est-à-dire de l'interaction entre les outils théoriques, les idées philosophiques et les réalités empiriques. Notre but est de comprendre comment le réchauffement climatique est le produit de cette co-évolution et en même temps montrer que le complexe que forme l'économie ne peut répondre au défi qui lui est adressé.

L'énergie de l'économie : le substrat matériel des sociétés de marché et son oubli dans la théorie Économique

Le puritain *voulait* être un homme de la profession-vocation ; nous sommes *contraints* de l'être. En effet, en passant des cellules monacales dans la vie professionnelle, l'ascèse a contribué à édifier le puissant cosmos de l'ordre économique moderne qui, lié aux conditions techniques et économiques de la production mécanique et machiniste, détermine aujourd'hui, avec une force contraignante irrésistible, le style de vie de tous les individus qui naissent au sein de cette machinerie — et *pas seulement* de ceux qui gagnent leur vie en exerçant directement une activité économique. Peut-être le déterminera-t-il, jusqu'à ce que le dernier quintal de carburant fossile soit consommé.

L'éthique protestante et l'esprit du capitalisme
MAX WEBER (1920b, p. 251)

LE MODE DE FONCTIONNEMENT de la théorie Économique, sa méthodologie en particulier, pousse à effectuer des recherches en termes abstraits et stylisés. On l'a vu avec le modèle AABH où la question de la transition énergétique pour éviter le réchauffement climatique est formulée en termes de mouvement le long d'une fonction de production immuable. La formulation du modèle en des termes stylisés d'énergie propre et sale ne permet pas de se raccrocher à des phénomènes concrets ni d'informer les décisions publiques, qui portent toujours sur des réalités empiriques et non des abstractions conceptuelles.

Cette déconnexion entre la science économique et les réalités matérielles nous invite à étudier dans ce chapitre un ensemble de questions liées à l'énergie. On peut d'abord se demander si la théorie économique a toujours eu ce rapport distant aux réalités de la production, et en particulier à l'énergie. En étudiant comment les économistes ont traité des questions d'énergie et plus largement de ressources naturelles, nous pouvons montrer d'une part quel rôle les économistes

attribuent à l'énergie dans le processus du développement économique, d'autre part quelle méthode est mise en œuvre pour étayer leurs vues. Nous nous intéresserons aux liens entre les représentations conceptuelles et les méthodes utilisées. Nous montrerons que les méthodes désincarnées étudiées au chapitre précédent vont de pair avec une minoration du rôle des facteurs matériels dans la croissance économique. Les aspects incorporels de la théorie économique ont tendance à se renforcer dans ses évolutions récentes.

Le second champ est celui des conséquences des choix méthodologiques et conceptuels de l'analyse économique sur le savoir produit. Il est de l'adéquation entre le savoir produit par l'économie et le savoir produit par d'autres disciplines, notamment l'histoire. Nous verrons notamment une opposition à peu près totale des conclusions. Les travaux des historiens éclairent différemment les relations entre le développement du capitalisme et les ressources fossiles. Ils permettent ainsi de poser la question du lien entre la structure d'une société et l'énergie qui l'alimente. Dans cette veine, ce chapitre présente les bases matérielles du développement occidental, telles que l'économie les a pensées et telles que l'histoire les révèle.

Dans une première partie, nous rappelons comment l'analyse économique a traité différemment la question des ressources, depuis le XVIII^e siècle jusqu'à la Seconde Guerre mondiale. Dans une deuxième partie, nous analysons la constitution d'une économie des ressources comme un domaine séparé, à partir des débats sur les limites à la croissance. Selon le point de vue majoritaire, les ressources n'ont pas d'importance pour la poursuite de la croissance pas plus que sur sa naissance. Surtout, la question des ressources est cantonnée dans une sous-discipline qui n'irrigue pas l'économie généraliste. La troisième partie met en regard les idées conventionnelles des économistes et différents travaux d'historiens sur la révolution industrielle. Contrairement aux économistes, les recherches actuelles des historiens insistent sur le rôle de l'énergie dans l'industrialisation. Une dernière partie conclut quant à l'importance des ressources dans le maintien et le devenir de la société de marché, dont le chapitre 7 tracera la sociogenèse.

2.1 LES RESSOURCES DANS L'ÉCONOMIE : DE L'ÉTAT STATIONNAIRE À LA CROISSANCE SANS LIMITES, 1700-1945

Pour étudier la prise en compte des ressources par les économistes, une première piste serait de remonter aux anciennes pratiques de gestion, et en particulier de gestion de la forêt. La disponibilité en bois pose, de manière précoce, la question de l'approvisionnement à long terme en ressources. Le progrès des défrichements pour les besoins de l'agriculture en même temps que l'usage du bois comme combustible domestique puis industriel ont entraîné une diminution du couvert forestier dans l'Europe médiévale et moderne. Même si les estimations montrent qu'il n'y avait pas de rareté généralisée, des pénuries peuvent toucher certaines localités (les coûts de transport du bois sont très élevés) ou certains besoins spécifiques (Warde, 2006). La peur de la pénurie de bois a été l'occasion de reconfigurer l'espace et les droits de propriété, souvent au profit de l'État et au détriment des communautés rurales. Pour assurer l'approvisionnement en bois, les forestiers inventent de nouvelles méthodes de comptage et de gestion des fo-

rêts. Ces savoirs spécifiques naissent en même temps que les sciences camérales de gestion de l'État, parmi lesquelles figure l'économie comme arithmétique politique (Lowood, 1990). La gestion durable de la forêt et les techniques similaires d'amendement agricole forment les prémices du concept de soutenabilité (Warde, 2011).

Plutôt que de suivre ces savoirs spécialisés, nous nous proposons de considérer les positions des économistes généralistes, ceux que la science économique reconnaît comme ses pères fondateurs. Le rapport de l'économie théorique aux ressources a évolué avec le temps. Un tournant s'effectue avec l'arrivée de la vision néo-classique, qui éloigne l'économie des considérations matérielles.

2.1.1 *La terre des classiques*

Les premiers économistes sont hantés par l'origine et la substance de la valeur. C'est par cette question originelle que les ressources entrent dans les réflexions économiques. Dans l'économie essentiellement agricole du xvii^e, William Petty, l'économiste anglais, met en parallèle le travail et la terre dans la création de richesses : le travail est le père de la richesse et la terre en est la mère, formule que reprendra Marx dans *Le capital*. La terre et le travail sont les sources de la valeur.

Tout au long de la naissance de l'économie politique, la terre est présente. Les physiocrates insistent sur le rôle majeur de la terre, à l'exclusion de tout autre facteur. La terre est pour eux la seule source des richesses. Dans le *Tableau économique* de François Quesnay, toute la richesse est produite par les paysans. Le produit net est ensuite redistribué dans les classes stériles et les propriétaires ; les artisans sont des classes stériles qui consomment autant qu'ils produisent. L'ancrage de la valeur dans la nature va de pair avec le projet général de la physiocratie : établir un gouvernement par la nature qui remplace la politique. La radicalité de la secte physiocratique sur la question de la valeur est le corollaire de sa naturalisation de la vie sociale.

La place de la terre chez les physiocrates témoigne du lien entre pouvoir et richesse immobilière dans les sociétés traditionnelles. Elle reflète le cadre encore holiste de leur pensée (Dumont, 1977, chap. 3). Cette théorie des physiocrates révèle également une certaine conception de la valeur, c'est-à-dire le primat de la nourriture sur les autres biens (Dumont, 1977, p. 55). Les physiocrates exprimaient une certaine vérité, que l'on formulerait ainsi aujourd'hui : toutes les calories que nous ingurgitons sont des produits de la nature (Bernard, 1984, p. 27). Le produit agricole est essentiel à la société car les hommes doivent bien se nourrir. Il est la base sur laquelle les autres activités peuvent avoir lieu. La terre est ainsi l'origine de toute valeur comme le pensaient les physiocrates, dans la mesure où elle est la condition de possibilité de toute valeur. L'importance de la nourriture dans la fourniture des besoins humains ne doit pas nous faire oublier que l'artisanat et les premières industries se développaient à l'époque et que la production agricole, quoique primordiale, n'était pas la seule à créer de la richesse. La théorie physiocratique de la valeur était donc inadéquate pour traiter le problème de Quesnay, à savoir la circulation des richesses à travers les classes.

Les économistes regroupés autour de Gournay, qui constituent la première école économique française, antérieure à la physiocratie, n'ont pas pris au sérieux cette idée. Ils insistent sur le rôle complémentaire du travail, du capital et de la terre (Meyssonnier, 1989, chap. 12). Cela correspond à une vision beaucoup plus dynamique des processus d'échange et de production.

À rebours de la voie prise par les physiocrates, les économistes vont de plus en plus préférer la seconde source de la valeur selon Petty. Seul le travail apporte de la valeur à la production, comme en témoigne la théorie de la valeur travail de Ricardo. Toutefois la terre ne disparaît pas pour autant de l'horizon des raisonnements économiques. Dans le système ricardien, la terre apparaît toujours comme un facteur de production, au côté du travail et du capital. Ce facteur est crucial dans l'analyse de la distribution que fait Ricardo. Ricardo distingue les revenus des travailleurs, des capitalistes et des rentiers (propriétaires fonciers). Les travailleurs sont payés juste suffisamment pour leur permettre d'acheter leur nourriture, au salaire de subsistance. La terre produit plus ou moins, selon ses caractéristiques. Ricardo imagine que le propriétaire de la terre la moins productive, dite terre marginale, reçoit un loyer nul¹. La différence entre le produit de la terre marginale et le salaire du travailleur revient au capitaliste, celui qui met en valeur la terre. Le produit reçu par les capitalistes est le même pour toutes les terres, selon Ricardo, car les capitalistes sont en concurrence. Ainsi pour les terres produisant plus que la terre marginale, le profit du capitaliste et le salaire du travailleur n'épuisent pas la production : le surplus est laissé au propriétaire. Ce surplus est appelé rente différentielle car il résulte d'une différence de productivité entre les terres.

Ricardo insère cette analyse de la distribution du produit dans une dynamique de l'accumulation. L'augmentation de la population fait rechercher de nouvelles terres, à la productivité plus faible. La productivité de la terre marginale baisse, la rente différentielle augmente, le profit des capitalistes se réduit donc. À la limite, le profit des capitalistes est nul lorsque la terre marginale couvre juste les besoins de subsistance du travailleur qui la cultive. Dans cette situation, la croissance touche à son terme car seuls les capitalistes investissent leurs profits. L'économie entre dans une phase stationnaire, à cause de la pression sur les profits exercée par des terrains agricoles limités. Le raisonnement de Ricardo est le premier qui donne une importance aux ressources dans la trajectoire de croissance d'une économie. Du fait des ressources limitées, l'économie atteint un état stationnaire. Pour retarder l'arrivée de ce triste (*dismal*) état qui horrifiait Carlyle, Ricardo préconise le libre commerce des grains pour diminuer la rente des propriétaires, ce que l'Angleterre fait en 1846 avec l'abolition des *Corn laws*, qui empêchaient l'importation de grains par des droits de douane prohibitifs.

Chez les physiocrates, très attentifs aux procédés agronomiques, la terre avait une vie. Pour Ricardo, la terre est réduite à une caractéristique technique, à un rendement. La terre ricardienne est une notion géométrique et non biologique ; la nommer *espace* serait plus judicieux. Les recherches du XIX^e siècle donnent un

1. La terre marginale n'est cependant pas une pure caractéristique technique. En fonction des proportions de travail et de capital que requiert une terre, le taux de profit détermine des terres marginales différentes. La notion de terre marginale n'est donc pas purement technique, mais résulte d'un système technico-économique. Les travaux de P. Sraffa ont nettement éclairci ce point (Vidonne, 1977 ; Candela, 1978 ; Vidonne, 1978).

nouvel éclairage sur la nature des sols. Elles font comprendre que la terre n'est pas un pur réceptacle de graines pour produire la nourriture, mais qu'elle est un milieu traversé par des flux d'éléments. Les chimistes français Boussingault et Dumas s'intéressent à la circulation des éléments dans le sol et les cultures. Les plantes se nourrissent d'éléments présents dans le sol. Le prélèvement des plantes cultivées retirent au sol ces éléments nutritifs. Si le sol n'est pas rechargé en ces nutriments, au moyen des déchets organiques produits par la consommation des cultures, il s'appauvrit des éléments nutritifs et la culture devient à terme impossible. Le chimiste Liebig est le premier à mettre en évidence ces phénomènes et à s'alarmer pour la fertilité des sols. L'exode rural sépare les lieux de production de la nourriture des lieux de consommation et donc de rejet des nutriments sous forme d'excréments. Ce déséquilibre créé par la concentration industrielle menace toute la civilisation européenne d'une ruine prochaine. Là où l'espace était chez Ricardo limité, ce sont maintenant les déséquilibres du monde industriel qui sapent les capacités nutritives du sol. Marx fait écho à ces préoccupations, et accuse le capitalisme d'appauvrir les sols, de rompre le métabolisme de la nature. Les premiers socialistes défendent le recyclage des excréments comme moyen de créer une société nouvelle, qui ferait disparaître la rareté créée par la séparation capitaliste entre ville et campagne (Simmons, 2006). L'épuisement de la terre devient donc une question politique. Il est un témoignage de la folie capitaliste qui détruit les harmonies entre les humains et la nature. A contrario, le rétablissement de ces harmonies dans une société socialiste permettrait de produire une abondance perpétuelle.

Prosaïquement, ces craintes et ces utopies sont circonvenues par l'usage d'engrais physiques importés, tels le guano et le phosphate du Chili, et de plus en plus par les engrais de synthèse. La question agricole passe au second plan dans des sociétés industrielles.

2.1.2 *Le charbon de Jevons*

Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, l'intérêt des économistes pour les ressources passe par les questions agricoles. La terre est considérée comme la principale ressource à côté du capital et du travail. L'énergie n'est pas abordée en tant que telle. Dans une économie organique, l'énergie est obtenue par le bois de chauffe, et nous avons évoqué en introduction le champ délimité par cette question énergétique. L'énergie se ramène à la question de la terre et de la nature.

Au cours du XIX^e siècle, l'économie se transforme profondément, en particulier en Angleterre. Les activités industrielles et le chauffage domestique utilisent le charbon de manière accrue (cf. 2.3.3). La source d'énergie majoritaire change de nature, du bois au charbon. Une nouvelle problématique émerge, celle des ressources épuisables.

Les premiers débats sur l'énergie ont lieu dans les années 1860 en Angleterre, le pays où est née la révolution industrielle et où le charbon est le plus utilisé. Le traité Cobden-Chevalier (1860) de libre-échange entre la France et l'Angleterre prévoit de lever les restrictions sur le commerce du charbon et les taxes douanières sur celui-ci. Les Anglais craignent que ce traité ne livre à l'ennemi les bases de leur réussite industrielle. Ils redoutent l'érosion de leur puissance si le

charbon venait à manquer. Le débat est formulé au départ dans les termes d'une rareté absolue. Les études géologiques d'Edward Hull montrent pourtant une grande abondance de charbon (Madureira, 2012). En 1863, le débat est relancé par un questionnement sur les coûts d'extraction du charbon. Selon le nouvel argument, le charbon est peut-être disponible en grande quantité mais son coût sera de plus en plus élevé et menacera bientôt la compétitivité des produits britanniques.

C'est à ce moment du débat qu'intervient l'économiste William S. Jevons, avec un ouvrage qui deviendra populaire et le fera connaître, *The Coal Question* (Jevons, 1865). Ce livre de Jevons n'a pas la faveur des économistes. Schumpeter dans son *Histoire de l'analyse économique* parle avec emphase de Jevons mais ne mentionne à aucun endroit sa *Coal Question*. Sans doute Schumpeter estime que *The Coal Question* n'a pas sa place dans un ouvrage qui retrace les découvertes progressives des principes vrais de l'économie (l'analyse économique par opposition aux idées économiques). Keynes (1936b) tient également l'ouvrage en piètre estime. Les économistes conventionnels d'aujourd'hui l'ignorent ou le regardent avec condescendance. Si une lecture récente en fait un précurseur de l'approche de la soutenabilité (Missemer, 2012), les penseurs hétérodoxes n'en retiennent souvent que l'effet rebond : un accroissement de l'efficacité dans l'usage d'une ressource ne diminue pas l'usage de cette ressource mais au contraire l'accroît (Jevons, 1865, p. 237-257). L'argument de l'effet rebond est utilisé comme mise en garde contre des politiques d'efficacité énergétique, qui ne sauraient suffire pour limiter la consommation d'énergie (Clark et Foster, 2001).

L'oubli de *The Coal Question* dans la pensée économique contemporaine est dommageable car l'ouvrage est remarquable à de nombreux égards, pour sa méthode et pour ses intuitions. Après une présentation de l'ouvrage, nous revenons sur les raisons du dédain des économistes pour cet ouvrage.

Jevons s'intéresse à l'ensemble des questions (techniques, économiques, géologiques) sur le charbon. Il cherche à évaluer les évolutions des coûts de production et des prix du charbon, à partir des maigres données à sa disposition. Il tente d'estimer les quantités de charbon disponibles dans les sous-sols des différents pays, grâce aux rapports géologiques. À une époque où le concept de PIB n'existe pas, il essaye aussi de mesurer l'évolution de la production. Il recourt à des séries temporelles de produits manufacturés, comme l'acier, pour construire des indices de production.

Ces statistiques rudimentaires révèlent l'importance primordiale du charbon pour l'ensemble des processus de production. « Coal in truth stands not beside, but entirely above, all other commodities. It is the material source of the energy of the country—the universal aid—the factor in everything we do. With coal almost any feat is possible or easy; without it we are thrown back into the laborious poverty of early times » (Jevons, 1865, p. 2). Le charbon est d'une importance capitale pour la Grande-Bretagne.

Pour Jevons, l'utilisation du charbon provoque à la fois l'expansion de la production et le progrès technique, c'est-à-dire ce que nous appelons révolution industrielle (Jevons, 1865, p. 100-136). L'usage du charbon lève les contraintes qui pesaient sur le développement de la métallurgie. Celle-ci faisait un usage effréné du bois, qui concurrençait celui de la marine. Sans le charbon, la Grande-

Bretagne n'aurait pu continuer sa production métallurgique, par manque de bois. Surtout, la localisation des activités et des savoirs est cruciale pour le développement économique. La métallurgie a pu se développer car les mines de charbon étaient proches des gisements de minerai de fer, et non loin des centres de production industrielle. À une époque où le charbon est très difficile à déplacer, la proximité est déterminante pour profiter des synergies.

La découverte du charbon et son usage croissant induisent également une chaîne d'innovation. Les mines de charbon ont joué un rôle décisif dans le développement de la machine à vapeur. La première machine à vapeur, celle de Newcomen, consommait beaucoup de charbon pour un rendement très modeste. Sans une source de charbon très bon marché, elle n'aurait trouvé aucun usage industriel. Elle serait restée une curiosité comme les machines d'Héron d'Alexandrie. Or, par chance, les mines de charbon anglaises avaient un problème spécifique d'inondation des puits à résoudre. La machine de Newcomen a été ainsi utilisée pour pomper l'eau qui noie les mines. Grande consommatrice de charbon, elle était alimentée avec les résidus d'exploitation, non commercialisables. Ensuite, les perfectionnements de Watt améliorent le rendement de la machine à vapeur, une fois trouvée une utilisation. La suite d'innovations techniques sur la machine à vapeur la transforme en machine maniable et utilisable pour d'autres usages. Le charbon est également le moteur du développement du chemin de fer. Cette matière de haute valeur est très concentrée, elle est vendue en ville comme moyen de chauffage. La forte densité de valeur crée les incitations pour un transport rapide de la mine à la ville. Ainsi naît le réseau de chemin de fer, pour transporter le charbon.

Pour Jevons, le charbon est la raison de la compétitivité de la Grande-Bretagne, relativement aux autres nations. Jevons n'explique pas très bien pourquoi le charbon est le facteur différenciant. Il semble que l'accessibilité du charbon soit la seule caractéristique importante. Sans doute imagine-t-il que le coût du capital et le coût du travail peuvent s'égaliser et que, dès lors, seul le coût du charbon fait la différence. Pour Jevons, le faible coût du charbon donne un avantage comparatif à la Grande-Bretagne ; il est responsable de sa situation de croissance. Cette croissance doit s'arrêter avec la fin du charbon bon marché. Cela ne manquera pas d'arriver car le coût du charbon augmente avec la profondeur d'extraction. Dès lors la Grande-Bretagne perdra son avantage comparatif vis-à-vis des autres pays. Conformément aux préoccupations anglaises de l'époque, Jevons s'intéresse beaucoup aux réserves des pays susceptibles de concurrencer l'Angleterre, et notamment les États-Unis.

Jevons réfléchit aussi au rôle du charbon dans l'augmentation de la production industrielle. En fait, Jevons formule une version souterraine de la théorie de l'état stationnaire (cf. 2.1.1). Le charbon prend la place de la terre chez Ricardo. Avec la fin du charbon peu cher doit venir l'état stationnaire. La hausse des coûts d'extraction du charbon joue le même rôle de frein à la croissance que la baisse de la productivité de la terre marginale. Mais la théorie de l'état stationnaire n'est pas vraiment applicable si l'économie dépend d'un stock fini. Jevons le remarque bien à deux reprises (p. 201 et p. 460). L'état stationnaire ne peut perdurer, et la décroissance doit lui succéder : par rapport à l'état stationnaire esquissé par Ricardo, « there is, moreover, this most serious and yet obvious difference to

be noted. A farm, however far pushed, will under proper cultivation continue to yield for ever a constant crop. But in a mine there is no reproduction ; the produce once pushed to the utmost will soon begin to fail and sink towards zero. *So far, then, as our wealth and progress depend upon the superior command of coal we must not only cease to progress as before—we must begin a retrograde career.* [souligné par Jevons] » Mais cette conclusion a l'air de lui coûter, car à de nombreuses reprises dans le livre, il limite l'impact du charbon à l'atteinte d'un état stationnaire. Dans la préface à la seconde édition, il se rétracte même et avertit que s'il a parlé de fin ou de position instable, ces mots excédaient sa pensée (p. xxx). La démonstration était pourtant logique.

Les deux arguments qu'on opposerait aujourd'hui à Jevons pour contrecarrer sa prévision d'une décroissance sont celui du progrès technique et celui de la substituabilité (nous traiterons de cette façon contemporaine d'appréhender le problème en 2.2.3). Nous avons déjà parlé du progrès technique chez Jevons. Le progrès technique n'est pas pour lui un élément abstrait comme il est conçu aujourd'hui (cf. 1.1.1), il ne peut être envisagé qu'en contexte. De plus, Jevons pense que le progrès technique passé est principalement dû aux techniques liées au charbon. Le progrès ne peut donc se poursuivre sans le charbon. Mais cette conclusion suppose que l'avenir soit à l'image du passé, et c'est là l'erreur de Jevons.

Jevons a une discussion poussée des substituts (Jevons, 1865, p. 158-190). Il sait que le charbon n'est que de l'énergie solaire stockée. Toute notre énergie nous vient, éventuellement de manière différée, du Soleil (l'énergie nucléaire ou la géothermie ne lui sont pas connues). Mais il ne croit pas que les énergies renouvelables (eau, vent, foudre) puissent remplacer le charbon car elles ne sont pas prévisibles, contrôlables : « The first requisite of motive power is, that *it shall be wholly at our command, to be exerted when and where and in what degree we desire.* » (Jevons, 1865, p. 164, souligné par Jevons) Les moulins à vent ont été supplantés par le charbon à cause de cela. Une fois de plus on voit qu'on ne peut raisonner sur l'énergie *in abstracto*, mais qu'il faut tenir compte des conditions précises qui permettent de la mobiliser. L'économie capitaliste demande une prévisibilité et une disponibilité des forces productives : les énergies intermittentes sont incapables d'avoir une telle régularité². Quant au pétrole, il n'est pas à l'époque utilisé comme force motrice, mais seulement comme moyen d'éclairage. De toute façon, Jevons considère qu'il n'est pas de nature à changer fondamentalement la donne du problème. Même si les données étaient à l'époque très lacunaires, Jevons écrit que les réserves de pétrole sont bien plus limitées que celles de charbon et que seul le charbon pourra à long terme donner du pétrole plutôt que l'inverse. À l'heure des *coal to liquids*, on ne peut que lui donner raison sur ce point.

2. Pour n'avoir pas d'énergie mobilisable à gré, l'Europe pré-industrielle a connu plusieurs périodes de disette en situation d'abondance de grain. Lorsque la glace obstruait les cours d'eau, les moulins s'arrêtaient. Faute d'énergie, le blé ne pouvait plus être transformé en farine (Kaplan, 1986, p. 216). Aujourd'hui, l'intermittence des énergies solaires et éoliennes, et la quasi-absence de possibilité de stockage, est en train de faire achopper, du point de vue climatique, l'*Energiewende* en Allemagne

Le plus étrange chez Jevons pour un économiste d'aujourd'hui nous paraît être sa discussion du commerce du charbon. Jevons ne se contente pas d'un pur raisonnement économique. Il va chercher, dans le détail technique des flux matériels qui supportent l'économie, les raisons de l'impossibilité d'importer du charbon. En effet, le charbon a un bas coût de transport à l'export, uniquement parce qu'il sert de ballast. L'exportation de charbon par la Grande-Bretagne n'est que la contrepartie des importations de matières premières en provenance des colonies. Ainsi, les conditions économiques, les avantages comparatifs portant sur les coûts de production, n'apparaissent plus déterminants pour les échanges. C'est seulement un des éléments par lequel une infrastructure technique influe sur les échanges. Dans le cas d'une production jointe, comme ici pour le transport, où aller et retour sont complémentaires, les coûts ne sont pas déterminés univoquement par les conditions économiques mais résultent de décisions conventionnelles. Ces discussions font écho aux longues explications de Cronon (1991, chap. II) sur la tarification des chemins de fer (où le coût marginal est nul) pour expliquer la position centrale de Chicago dans le Midwest américain, et l'éviction de son concurrent Saint-Louis. Jevons nous montre ainsi comment un dispositif technique façonne les échanges, qui ne reposent donc pas seulement sur une pure détermination économique.

Dans son livre, Jevons se livre à une description fine des processus économiques, avec une intrication explicite entre économie et techniques. Il aborde pour la première fois le rôle du charbon dans la révolution industrielle et l'épuisement des ressources naturelles, qui n'étaient pas des thèmes standards pour les économistes. Jevons a choisi une question d'actualité pour écrire un ouvrage qu'il voulait « épatant ». La publication en 1862 d'un aperçu de ses thèses sur l'utilité marginale n'avait rencontré aucun écho. Après plusieurs déconvenues, il souhaite enfin être reconnu (Keynes, 1936b, p. 520–521). Pourtant, Jevons réalise un travail de recherche dans une lignée tout autre que celle que suivra l'analyse économique à partir de l'ère néo-classique, alors même que Jevons est un des initiateurs de cette nouvelle approche de l'économie.

De manière plus troublante, il y a un véritable hiatus entre *The Coal Question* (1865), fondé sur l'empirisme et l'observation historique, et son ouvrage suivant *Theory of Political Economy* (1871), qui lancera la science économique dans la voie de la théorie pure.

L'appareil théorique qui fonde *The Coal Question* est celui des *Principles of Political Economy* de Stuart Mill (White, 1991, p. 224). Sa démonstration de l'effet d'un renchérissement des coûts d'extraction du charbon se calque sur la théorie classique de l'état stationnaire. Elle repose sur une formation des prix par le coût de production, dans la lignée de Ricardo. Pourtant Jevons ne partage pas les concepts de Ricardo et de Stuart Mill, il considère même ces deux économistes comme *wrong-headed*. Dès 1858-1859, lors de son séjour en Australie, il s'est éloigné de l'économie classique et a commencé à formuler sa théorie de l'utilité marginale³ (Keynes, 1936b, p. 531). Surtout Jevons formule son approche en termes purement hédoniques, là où Ricardo et Mill considèrent les coûts qui rémunèrent des facteurs réels de production. La théorie de la valeur de Jevons

3. La lettre à son frère citée p. 342 date de 1860.

contraste fortement avec celle de Mill. Pour écrire *The Coal Question*, Jevons a utilisé le cadre théorique de Mill auquel il ne croit déjà plus, et alors même qu'il possède un cadre alternatif, puisque ses thèses sont parfaitement claires dès 1862. On peut se demander pourquoi. L'hypothèse de [White \(1991\)](#) est que Jevons a choisi de se loger dans les pas de Mill pour être mieux reconnu. Les *Principes* de Mill sont l'ouvrage d'économie le plus connu à l'époque, et le public cultivé a connaissance des concepts utilisés par Mill. Jevons souhaitait écrire un ouvrage pour les non-spécialistes, avec un fort retentissement, et il avait plus de chances d'y parvenir en partant des concepts familiers du public.

Pour qui veut comprendre le rapport de l'analyse économique au réel, ce moment est capital. On peut en effet discerner l'inflexion des travaux en fonction de la méthodologie. *The Coal Question* n'est pas un ouvrage écrit pour des raisons purement opportunistes. Au-delà de son désir de reconnaissance, Jevons se préoccupait sincèrement de la pérennité des réserves de charbon. La méthode classique lui donne les cadres pour penser cette question et réaliser un ouvrage original. Ses prédictions sur l'avenir du charbon se sont assurément révélées incorrectes, mais son étude historique sur l'impact du charbon dans la révolution industrielle est plutôt confirmée par les historiens actuels (cf. [2.3](#)). Ce type de recherche n'aurait pas été possible avec la méthode néo-classique qu'il invente au même moment, car elle se fonde sur des considérations purement psychologiques.

La méthode particulière d'investigation explique l'oubli dans lequel l'ouvrage est tombé. On comprend mieux pourquoi les économistes conventionnels ne lisent pas *The Coal Question*. Ce livre est finalement le dernier grand ouvrage d'économie à la manière classique. Jevons ne raisonne pas sur un tout agrégé dont le charbon serait juste un facteur, il suit précisément les liens de causalité entre le charbon et l'économie. La science économique est aujourd'hui passée à autre chose et ne s'embarrasse plus du détail des appareillages matériels comme l'avait fait Jevons. L'abstraction de la science économique l'éloigne de considérations inscrites dans les réalités techniques et les données empiriques.

2.1.3 L'éclipse néo-classique

Chez les économistes classiques, les ressources jouent un rôle majeur, à un moment ou à un autre. Les ressources interviennent notamment, même sous une forme désincarnée, dans la théorie de l'accumulation du capital et de l'état stationnaire. Avec la montée de l'économie néo-classique, la question des ressources va disparaître de la discipline. Pendant près de cent ans, de 1870 à 1970, les ressources naturelles ne joueront pas vraiment de rôle dans la théorie économique. Les raisons sont multiples et ne sont pas forcément encore bien comprises. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour suivre la disparition des ressources du champ économique, et en analyser les causes. On peut néanmoins livrer quelques résultats partiels.

L'évolution interne de la discipline explique en partie cette disparition. Le tournant néo-classique de Jevons, Menger et Walras modifie complètement la manière d'appréhender le monde économique. La théorie néo-classique de la valeur est

une théorie purement psychologique, fondée sur le plus ou moins grand plaisir ressenti par le consommateur. Cette conception de la valeur, centrée sur la monade de l'*homo œconomicus*, ne permet pas de faire le lien avec les réalités matérielles de la production. La terre est donc forcément hors champ. À l'intérieur d'une continuité de vision du monde et de projet politique, le paradigme méthodologique change radicalement. L'ensemble des questions abordées par la discipline est redéfini. Le principal projet est de comprendre les conditions d'équilibre dans l'échange. L'approche dynamique des classiques est abandonnée pour une approche statique. La croissance passe au second plan.

Les ressources ne rentrent pas dans ce nouveau cadre conceptuel et ne sont pas un objet de recherches prioritaire. L'économiste américain Hotelling (1931) s'y intéresse malgré tout, aiguillé par le mouvement conservationniste. Il cherche à savoir si des fondements économiques peuvent être trouvés à ses revendications. Il veut évaluer si le rythme d'exploitation des ressources est trop élevé par rapport à un optimum social. Hotelling a conscience des limites du cadre statique standard. Mais il dispose d'un outil dynamique encore inhabituel chez les économistes : le calcul des variations. Cet outil permet de poser le problème de la maximisation d'une intégrale et donc de trouver des sentiers dynamiques optimaux.

En partant de la situation d'un extracteur de ressources en position concurrentielle, qui chercherait à maximiser son profit intertemporel actualisé, Hotelling montre que le prix de la ressource suit une trajectoire croissante au niveau du taux d'intérêt. L'optimisation de la valeur sociale de la ressource conduit à la même trajectoire. La conclusion est alors que « the true basis of the conservation movement is not in any tendency inherent in competition under these ideal conditions. » (Hotelling, 1931, p. 143) On se demande donc ce qu'il faut en conclure. Hotelling remarque que dans le monde réel, des phénomènes de compétition pour l'accès aux ressources se produisent, ce qui entraîne des mouvements cycliques de prix qui causent de grands gaspillages. Mais ces phénomènes ne se laissent pas facilement modéliser avec le calcul des variations. Hotelling peut en revanche étudier le cas d'un producteur unique, c'est-à-dire d'un monopole, cherchant à maximiser son profit. Dans certaines conditions plausibles, le monopole fixe un prix plus élevé que dans la situation concurrentielle, mais qui croît à un rythme plus lent. Le monopole tend donc à ralentir le rythme d'extraction.

Mais Hotelling fausse rapidement compagnie à son sujet initial. Le mouvement conservationniste et le rythme d'extraction des ressources ne semblent plus trop l'intéresser. Les ressources du calcul des variations l'attirent beaucoup plus. Elles permettent de traiter des cas plus compliqués, comme lorsque le prix dépend de la quantité de ressources déjà extraites. Hotelling se livre alors à des séries de calcul rébarbatifs. Il a trouvé un terrain de jeu, dont il épuise les possibilités.

L'article d'Hotelling est donc caractéristique de l'approche néo-classique. Du point de vue de la méthode, il construit, à partir de préconceptions, un monde idéal, formé de marchés concurrentiels, de producteurs maximisateurs et d'un horizon temporel infini. Il explore ensuite ce monde logique et détaille la mécanique de ces abstractions.

D'un point de vue substantiel, la problématique est également infléchie par rapport aux classiques. Ceux-ci, et Jevons aussi, s'intéressaient aux impacts sur la

croissance de l'exploitation des ressources, que ce soit de la terre ou du charbon. Hotelling se pose un autre problème. Il cherche, à partir d'hypothèses établies sur le comportement des agents à déterminer le sentier efficace de l'extraction des ressources. Le problème n'est plus macro-économique. Il ne porte plus sur la dynamique du système économique, sur les mutations structurelles de l'économie. Le problème est de savoir comment capter un maximum de valeur à partir d'une ressource donnée. Comme un boursicoteur vend ou achète en fonction des cours, le producteur minier extrait des ressources en fonction de son prix. La mine est une réserve de valeur, tout aussi malléable et fongible qu'une action, elle est soumise aux mêmes lois. Les contraintes techniques de la production n'ont pas à intervenir. L'exploitant de la mine gère sa ressource comme un rentier gère son portefeuille.

Des facteurs externes à la discipline économique interviennent également dans l'éclipse de la question des ressources. Le mouvement ouvrier s'oppose de plus en plus vivement aux structures économiques et sociales en place. Les marxistes théorisent le conflit social comme affrontement entre deux classes, les capitalistes et les travailleurs. La lutte des classes déplace ainsi la question économique vers la répartition du produit entre deux classes. Les économistes formulent ce problème sous la forme de deux facteurs de production, et deux seulement, le capital et le travail. Dans ce schéma, la terre et les ressources sont évacuées.

Là où Marx et Engels se laissaient aller à quelques considérations sur la rupture du métabolisme naturel par le capitalisme, le socialisme scientifique des marxistes voit la nature comme donnée gratis. Au contraire, les socialistes utopiques envisageaient la nature comme le lieu d'une fantasmagorie que réaliserait le travail libéré des contraintes du profit. L'appauvrissement de la pensée utopique est responsable de l'affaiblissement du mouvement ouvrier, qui, surtout dans sa composante allemande, finit par prendre pour objectif le développement de la production, comme le remarque Walter Benjamin (1940) dans la onzième de ses thèses *sur le concept d'Histoire*.

La pensée économique s'abstrait progressivement des conditions matérielles. Elle s'inscrit par là dans un mouvement intellectuel général au cours de la deuxième moitié du XIX^e siècle (Locher et Fressoz, 2012, p. 594-595). Ce mouvement se signale par exemple par l'invention de la cotation continue en Bourse, qui transforme la réalité économique, auparavant intermittente, en un flux perpétuel (Preda, 2003). De la sorte, les cotations des actions ne se comprennent qu'en fonction des autres cotations.

Cette clôture de l'économie sur elle-même se retrouve dans l'évolution de la théorie des cycles. Jevons est l'un des premiers à avoir étudié les cycles économiques de manière quantitative. Il discerne un cycle de 10-11 ans qu'il tente de relier aux cycles des tâches solaires. L'activité solaire, dont les tâches solaires sont un indice, aurait un effet sur la productivité agricole et par là sur l'économie. C'est comme si l'activité économique était réglée sur un phénomène oscillant naturel, comme une horloge physique. Les théories suivantes, en particulier celle de Mitchell au NBER, cherchent les raisons des cycles économiques dans les variables économiques elles-mêmes. On ne cherche plus de causes physiques aux cycles économiques. Les variables économiques évoluent en fonction

d'autres variables économiques. C'est l'oscillation de l'investissement qui détermine le tempo des phénomènes économiques, comme une sorte d'« horloge économique ».

Par une ironie dont l'histoire a le secret, la science économique a gardé une théorie des tâches solaires (*sunspot*). Mais le phénomène désigne maintenant les prophéties auto-réalisatrices causées par des phénomènes de coordination des anticipations. Le langage des tâches solaires sert aux économistes à décrire les bulles financières, lorsque tous les agents, pensant que le prix d'un actif va monter, le font effectivement monter, ce qui valide *ex post* leurs prévisions infondées *ex ante*. Azariadis (1981, p. 395) remet en circulation les *sunspot* pour désigner les attentes psychologiques et les anticipations des agents parce que la théorie de Jevons est le symbole d'une croyance naïve. Les tâches solaires, qui témoignaient auparavant de la dépendance de l'activité économique à la production agricole, ne signalent plus, dans la théorie économique contemporaine, que le pur jeu des anticipations des agents. L'économie ne renvoie plus qu'à elle-même.

Ces éléments d'histoire de la théorie des cycles n'ont pas pour but de juger la pertinence des théories économiques en question. L'« horloge économique » du NBER représente sans doute une tentative plus satisfaisante que l'établissement d'une liaison entre phénomènes physiques et économiques (Georgescu-Roegen, 1970, p. 75-76). Notre propos est de mettre en évidence le bouclage progressif de l'analyse économique, en lien avec le processus économique lui-même, sur elle-même. L'économie, comme processus physique et comme discipline intellectuelle, devient peu à peu auto-référente.

Le tournant keynésien dans les années 1930 va parachever la dématérialisation de la théorie économique (Mitchell, 2011, p. 134-139). Keynes ne s'intéresse qu'aux flux monétaires et raisonne en termes agrégés. La demande effective est un agrégat monétaire que l'émission de dette publique peut soutenir et renforcer. L'économie est perçue comme un réseau de flux monétaires, et la matérialité de ces flux importe peu. Au lieu d'être un flux de produits transformés, l'économie devient un circuit monétaire. Georgescu-Roegen (1975, p. 348) critiquera plus tard la représentation de l'économie comme mouvement perpétuel du circuit monétaire. L'invention de la comptabilité nationale renforce cette perception d'un monde clos. La comptabilité nationale est le lieu des égalités comptables où la consommation et l'investissement sont mis en regard de la valeur ajoutée produite. La comptabilité nationale ne s'attache pas à mesurer la richesse mais à compter combien de fois la monnaie change de mains. L'économie, envisagée monétairement et représentée par un bilan comptable, apparaît comme un circuit bouclé sur lui-même. Le contenu matériel des productions n'a plus d'importance. Les ressources qui soutiennent le processus de production ne sont pas comptabilisées et disparaissent du champ visible de l'économie.

Les réflexions sur les liens entre le développement économique occidental et les ressources, sur la possibilité d'une poursuite du mode de développement, ne disparaissent pas totalement du champ intellectuel. Les géographes allemands introduisent la notion de *Raubwirtschaft* (économie destructrice) dans les années 1880. La géographie⁴ aurait pu se constituer autour de cette notion comme science des

4. La pensée géographique apparaît prometteuse pour dépasser certaines impasses de l'économie. De Jouvenel (1972, p. 411) invite à penser les problèmes d'environnement en termes d'habitat,

relations de l'homme à son environnement, mais le cadre darwinien de l'adaptation et l'anthropocentrisme ne peuvent qu'empêcher de penser l'homme comme agent de la *Raubwirtschaft* dans l'environnement (Raumolin, 1984). La réflexion ne se poursuit qu'en marge des grands courants scientifiques, chez des penseurs et des scientifiques isolés. Martínez-Alier (1987) a étudié quelques-uns de ces penseurs : Podolinski était un socialiste ukrainien, autodidacte, médecin de formation ; Clausius était un physicien ; Geddes était biologiste de formation, devenu économiste il s'occupait de planification urbaine ; Soddy était chimiste. Ces personnes abordent la question du rôle des ressources dans le développement économique, de l'insertion de l'économie dans les processus naturels mais leurs travaux ne sont pas repris par les économistes. Quand ils sont discutés, c'est généralement pour être disqualifiés d'emblée pour n'avoir pas compris le sens de la valeur en économie. Les études sont donc dispersées et se perdent. Elles ne seront retrouvées que lorsque le champ disciplinaire qu'elles délimitent, qui est finalement celui de l'économie écologique, sera institutionnalisé, à la fin des années 1980 (Røpke, 2004).

Pour qui professe une interprétation matérialiste de l'histoire, les raisons avancées ne seront peut-être pas suffisantes. La raison matérielle brute est alors que les pays industrialisés n'ont pas de problèmes de ressources. Les ressources sont parfois présentes dans les débats, mais en toile de fond, comme une condition préalable toujours satisfaite. La domination coloniale des pays occidentaux leur assure un accès direct aux ressources matérielles. La question des ressources ne se pose pas car rien ne la rend visible. Évidente, elle n'a pas besoin d'être spécifiquement thématisée. Les craintes sur l'accès la font resurgir dans l'après-guerre.

2.2 LES LIMITES À LA CROISSANCE : CONSTITUTION DE L'ÉCONOMIE DES RESSOURCES (1950-1979)

La gestion planifiée de l'économie de guerre a rendu prégnant le rôle des ressources dans la production. Des listes de matériaux stratégiques ont été établies. Dans la nouvelle architecture des relations financières internationales, Keynes et White, qui ont négocié les accords de Bretton Woods, préoyaient, à côté du FMI et de la Banque Mondiale, une agence qui régulerait le commerce du pétrole et des matières premières, avec constitution de stock pour éviter les pénuries mais également les instabilités des prix (Mitchell, 2011, p. 111-114). Dans l'immédiat après-guerre, les ressources naturelles préoccupent fortement les élites. Les États-Unis cherchent à s'assurer l'accès aux ressources naturelles, nécessaires pour soutenir le modèle fordiste de production et de consommation de masse, face à la concurrence de l'Union soviétique (Mahrane et al., 2012). Il s'agit là d'une question prioritaire pour le pouvoir politique.

Témoins de ce climat changeant, en 1948, deux ouvrages tirent la sonnette d'alarme sur l'épuisement des ressources de la planète : *Road to Survival* de William Vogt et *Our Plundered Planet* de Fairfield Osborn. L'augmentation de la

Rosanvallon (1979) souligne l'importance de l'espace. Du point de vue des économistes, ces appels semblent être restés lettre morte. On ne sait ce qu'il en est du côté des géographes. L'économie urbaine serait un champ à étudier dans cette perspective.

population mondiale est dénoncée, ce qui inaugure les thèmes néo-malthusiens. Avec l'accès des colonies à l'indépendance, les pays occidentaux perdent leur accès direct aux ressources naturelles du monde. Il s'en suit également un changement dans le mode d'appréhension des ressources : le préservationnisme (préserver des aires naturelles, sauvages, vierges...) perd de sa force au profit du conservationnisme (conserver un stock de ressources à usages économiques). Le rapport Paley au président américain en 1952 est une marque de ce tournant.

Mais la gestion prudente prônée par le rapport ne satisfait pas tout le monde. En 1958, l'économiste américain Galbraith intervient à un congrès des conservationnistes. Dans son ouvrage *The affluent society* (Galbraith, 1958b), paru au même moment, il interroge la priorité accordée à la croissance de la production, à une époque où la production est surabondante. Il consacre une large portion de son livre à la pollution qui illustre son diagnostic d'une insuffisance de biens publics face à une abondance de biens privés. Dans son intervention, Galbraith se livre à une réflexion similaire sur les ressources à partir du point de vue conservationniste. Galbraith (1958a) remarque que la commission présidentielle des matières premières « share the belief of the American people in the principle of Growth ». Il ajoute : « It is instructive to note the commission's use of a capital G. A certain divinity is associated with the word. » Contrairement à la commission, Galbraith pense que le mouvement conservationniste doit nécessairement poser la question de l'arrêt de la croissance, car l'augmentation de la production n'a aucun caractère urgent. Si le mouvement veut parvenir à ses fins, il ne peut éluder la question de la priorité accordée à la production. Un conservationnisme conséquent passe par la limitation de la production. Une politique de croissance ne peut se nourrir qu'avec toujours plus de ressources naturelles. Avec Galbraith, on retrouve un lien entre production et usage des ressources naturelles, mais toujours en marge de la science économique. Toutefois, la question des ressources n'est pas centrale pour Galbraith, qui ne fait que généraliser ses thèses sur la société d'abondance.

2.2.1 Un rapprochement manqué entre ressources et pollution

Par rapport aux préoccupations des années 1950, tournées vers les ressources, celles des années 1960 marquent une inflexion : le spectre de la pénurie de ressources s'éloigne et les problèmes de pollution viennent au premier plan (Jarrett, 1966, p. vii-viii, introduction de Henry Jarrett). En France, dès la fin des années 1950, de Jouvenel (1968) se préoccupe du mieux-vivre dans la société industrielle. Il déplore la perte des aménités à cause de la congestion et de la pollution. Cette époque est néanmoins symbolisée par l'ouvrage de la biologiste américaine Rachel Carson (1962), *Printemps silencieux* qui dénonce les effets nocifs des pesticides, et en particulier du DDT, sur la santé humaine et la vie sauvage. La question de la pollution apparaît de plus en plus fréquemment chez les économistes, avec des doutes sur les bénéfices de la croissance et une insistance sur ses coûts (Kapp, 1950 ; Mishan, 1967 ; Dubos, 1969). En France, les ouvrages de Jean Dorst, *Avant que Nature meure*, ou de Jouvenel dénoncent les mutilations de la nature et les nuisances qui accompagnent la croissance économique du pays. Ces critiques seront prolongées par la candidature écologique de René Dumont

à l'élection présidentielle de 1974 et les articles d'André Gorz (1978) (ou Michel Bosquet) dans le *Nouvel Observateur* ou le *Sauvage*⁵. Au niveau international, les menaces de la pollution éclipsent les craintes d'une pénurie de ressources, lors de la tenue de la conférence de Stockholm en 1972 (Mahrane et al., 2012).

Les économistes s'emparent de ces sujets avec les outils qui sont les leurs, à savoir l'économie du bien-être. Il serait intéressant d'avoir, au sujet de la pollution, une histoire similaire à celle que nous venons de retracer au sujet des ressources. On pourra consulter avec profit de Jovenel (1972) qui tente une histoire de ce type, ainsi que Mishan (1971) qui donne un état des lieux des recherches sur les externalités.

De notre point de vue axé sur les ressources, nous nous limiterons à comprendre comment la science économique a réagi aux tentatives d'intégration des problèmes de ressources et de pollution. À la fin des années 1960, un même questionnement relie en effet l'importance des ressources dans la production et l'ampleur de la pollution.

À cette époque, dans des cercles d'ingénieurs et d'économistes, souvent proches des sciences naturelles, l'économie est vue comme un processus de transformation de la matière. Le processus économique de la production est inscrit dans les milieux naturels. En amont, il prend des ressources, des matières premières. Ces matières sont ensuite transformées par le système économique en produits intermédiaires, puis en produits finis. Les produits finis sont ensuite consommés par les agents économiques (les ménages). La transformation comme la consommation entraînent la production de déchets ou de pollution, qui retournent d'une manière ou d'une autre dans le milieu naturel. Les capacités d'absorption de la pollution par les écosystèmes sont aussi des ressources. Les pollutions et les déchets peuvent endommager les écosystèmes dans lesquels baigne le microcosme économique, si les rejets excèdent les capacités d'absorption.

Même à l'époque, cette représentation de l'encastrement de l'économie dans l'environnement n'est pas complètement nouvelle. En considérant l'économie humaine à la façon d'un écosystème comme les autres, elle est à la confluence de la thermodynamique des systèmes et de l'écologie. L'histoire des origines de ces notions est éclairante.

En écologie, la notion d'écosystème a des origines anciennes, avec les idées d'association et de formation végétales de l'école de Zurich-Montpellier, puis de succession de communautés végétales de Clements (Drouin, 1993, chap. 3). Tansley (1935) critique les conceptions organicistes qui sous-tendent l'approche en termes de communauté végétale. Il conçoit les systèmes écologiques en termes de système physique, et replace l'évolution des communautés écologiques dans l'évolution générale des systèmes en équilibre dynamique. Il invente le terme écosystème qui n'a pas de connotation organiciste et impose ainsi la notion. La vision thermodynamique des écosystèmes s'accroît avec les travaux de Lindeman et Hutchinson (1942), qui fondent l'approche trophique-dynamique. Les relations entre espèces sont envisagées sous l'angle des flux énergétiques qui passent à travers les écosystèmes, de niveau trophique en niveau trophique (Deléage, 1991,

5. Le contexte de l'écologie politique française dans les années 1970 est étudié plus en détail en 5.3.3.

chap. 5-6). Puis Howard T. Odum fait de l'énergie la variable clef de l'organisation des écosystèmes. Il pousse cette vision jusqu'à un monisme énergétique. La maximisation des flux énergétiques semble être la loi universelle qui régit toute l'évolution, des écosystèmes aux civilisations. Son frère Eugene popularise l'approche énergétique des écosystèmes dans son fameux manuel (Odum, 1953).

Au début des années 1950, la conceptualisation des relations comme flux de matière et d'énergie est bien établie dans la science écologique. Elle gagne peu à peu le terrain de l'analyse économique. Dès 1957, de Jouvenel (1957, p. 22-23) va dans ce sens : « Il faudrait que l'économie politique devienne l'écologie politique ; je veux dire que les flux retracés et mesurés par l'économiste doivent être reconnus pour dérivations entées sur les circuits de la Nature. Ceci est nécessaire puisque nous ne pouvons plus considérer l'activité humaine comme une chétive agitation à la surface de la terre incapable d'affecter notre demeure. » (cf. également de Jouvenel, 1965b, p. 242).

En l'absence d'études d'histoire des idées, on ne peut que supputer l'influence de l'écologie sur l'économie. L'itinéraire de Robert Ayres pourrait être représentatif. Après des études de physique, Robert Ayres participe à une étude sur les conséquences environnementales d'une guerre nucléaire globale. C'est en étudiant l'écologie et l'économie qu'il lui apparaît comme évident que l'économie, comme extracteur et processeur de matières, n'est qu'une partie du système écologique global⁶. Il effectue une étude sur les flux de matière dans les écosystèmes marins avant d'appliquer ces idées à l'économie, avec Allen Kneese.

À la fin des années 1960 et au début des années 1970, les problématiques des ressources et de la pollution commencent donc à être intégrées dans une vision proprement écologique, en termes de circuit de la matière. Le prodrome de cette conception est sans doute la conférence de Boulding au sixième forum de *Resources for the Future*.

Boulding (1966) décrit la prise de conscience d'un monde fermé, qui n'échange pas de matière avec l'extérieur. La matière prise sous forme de ressources entre dans le processus économique et en ressort sous forme de déchets. Boulding ne se contente pas de parler de la matière, il discute aussi les flux énergétiques qui traversent la Terre, et mentionne que l'homme ne peut compter à très long terme que sur l'énergie solaire. Boulding compare la Terre à un vaisseau spatial, dans lequel tous les matériaux utilisés doivent être recyclés pour être à nouveau disponibles.

On prend ainsi conscience que la production industrielle se traduit obligatoirement par un prélèvement sur les ressources en amont, et par une pollution en aval. Ayres et Kneese (1969) systématisent cette vision. Pour eux, l'économie est une machinerie qui déplace des matériaux. « The inputs to the system are fuels, foods, and raw materials which are partly converted into final goods and partly become waste residuals. Except for increases in inventory, final goods also ultimately enter the waste stream. Thus goods which are "consumed" really only render certain services. Their material substance remains in existence and must either be reused or discharged to the ambient environment. »

À partir d'une sorte de tableau entrées-sorties d'échange industriel, ils chiffrent les flux de matière qui parcourent l'économie. Ils estiment à deux milliards et

6. Robert Ayres, communication personnelle.

demi de tonnes les matériaux transformés par l'économie américaine en 1965. Comme Vernadsky l'avait déjà remarqué, l'humanité est devenue une force géologique. Au passage, Ayres et Kneese notent que deux tiers de cette masse finissent dans l'atmosphère sous forme de carbone (CO₂) et d'hydrogène (vapeur d'eau). Dix ans après les travaux de [Revelle et Suess \(1957\)](#) ou Keeling, qui avaient mis en évidence l'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère, il n'y a rien là de surprenant. Ils notent que des changements climatiques pourraient en résulter. « Thus continued combustion of fossil fuels at a high rate could produce externalities affecting the entire world. » ([Ayres et Kneese, 1969](#), p. 286) Nous reviendrons en détail sur le changement climatique dans le chapitre 4, mais remarquons simplement la précocité de l'alerte.

[Daly \(1968\)](#) développe indépendamment une approche similaire, inspirée par [Georgescu-Roegen \(1970\)](#). Mais son tableau d'entrée-sortie inclut non seulement les processus industriels, mais également les processus naturels, et donc les termes croisés d'interaction entre l'industrie et l'environnement. La contribution de Daly permet donc d'intégrer les rétroactions des rejets industriels sur l'environnement, ce qui n'était pas possible dans le formalisme de [Ayres et Kneese](#).

[Coddington \(1970\)](#) dessine un diagramme des flux matériels entre l'environnement, les entreprises et les ménages, mais dans la perspective de l'économie du bien-être, il est plus intéressé par les effets sur l'utilité. Nicholas [Georgescu-Roegen \(2006\)](#) portera cette vision à un haut degré d'abstraction, en la reformulant dans les termes de la seconde loi de la thermodynamique (cf. également 2.2.4). Le processus économique prend en entrée des ressources, qui sont des états de la matière de basse entropie, c'est-à-dire des états ordonnés. Il en sort de la matière dans un état désordonné, qui ne peut pas être réutilisé pour le processus économique. Par exemple le caoutchouc qui sert à faire les pneus est transformé en une myriade de petites particules de caoutchouc déposées sur les routes, qu'il n'est pas possible de récupérer. Avec Georgescu-Roegen, le processus économique atteint presque une dimension tragique, car la consommation des ressources de basse entropie est une destruction irrémissible, qui handicape la survie des générations à venir. C'est pourquoi Georgescu-Roegen propose que l'économie ne repose plus que sur les ressources de basse entropie renouvelables, c'est-à-dire le flux solaire.

De nombreuses réflexions intègrent ainsi l'économie dans une vision plus large des flux de matières au sein de la biosphère. La vision systémique de l'économie comme flux de matière acquiert une grande notoriété. Elle rassemble aussi les économistes et les biologistes, comme Barry [Commoner \(1971\)](#), dans un même paradigme. Dans le contexte français, un symbole de cette intégration est l'ouvrage de René [Passet \(1979\)](#). Tous ces travaux dessinent ce qu'on a maintenant coutume d'appeler économie écologique, appellation que nous retiendrons. Les termes de bio-économie sont également employés, ou de métabolisme industriel ([Fischer-Kowalski, 1998](#); [Fischer-Kowalski et Hüttler, 1998](#)), employé par Robert Ayres à partir de 1989.

Cette vision est au départ acceptée par les économistes conventionnels. [Ayres et Kneese \(1969\)](#) publient leur article novateur dans l'*American Economic Review*. Aux 83^e rencontres de l'*American Economic Association*, dont les actes sont publiés dans l'*American Economic Review* (1971, vol. 61, n° 2), les économistes, peu pré-

occupés jusqu'à ce moment par l'environnement (de Jouvenel, 1972, p. 391-393), découvrent les travaux de Kneese. Solow en souligne justement l'importance : ces travaux contiennent « an important message that economists have to transmit to others. » (Solow, 1971a, p. 63)

Il semble que cette vision d'une économie comme processus de transformation de la matière, se nourrissant d'un flux de ressources et rejetant un flux de déchets, soit en passe de devenir une partie de la « sagesse conventionnelle » en économie. Elle paraît relever un temps de la connaissance standard, comme en témoigne sa présence dans le célèbre manuel de Pearce (1976, chap. 2). Mais la diffusion marque le pas et cette vision n'intègre pas vraiment le corpus de l'économie orthodoxe.

Un symptôme des ambiguïtés des économistes à son sujet est un article de Nordhaus (1974), paru dans l'*American Economic Review*. Nordhaus (1974) y fait le point des débats sur les contraintes à la croissance, en distinguant rôle des ressources et importance des pollutions locales et globales. Nordhaus identifie comme principal problème la pollution globale, et en particulier le changement climatique. Cette perspicacité précoce va conduire Nordhaus à développer les premières études économiques sur le changement climatique (cf. 4.1.2). Dans l'introduction de son exposé, Nordhaus rappelle l'omniprésence des pollutions qui sont une conséquence inévitable des prélèvements de matière pour la production. Selon cette vision nouvelle (*new view*), l'économie opère au sein d'un système fermé, ce qui implique de faire attention aux prélèvements et aux rejets de matière. Nordhaus parle du passage d'une *cowboy economy*, où l'espace est illimité, tant pour y puiser des ressources que pour y déposer des déchets, à une *spaceship economy*, où les déchets empiètent sur l'espace disponible et doivent être recyclés.

On reconnaît les termes mêmes que Boulding (1966) avait forgés, moins d'une décennie plus tôt, pour décrire la situation nouvelle de l'humanité aux prises avec la crise écologique. Nordhaus reprend le diagnostic de la situation comme une évidence. Plus troublant, il ne cite pas Boulding alors qu'il reprend textuellement ses termes. Il ne cite pas non plus l'article d'Ayres et Kneese (1969). Le diagnostic de Boulding est devenu un lieu commun, mais il n'est pas présenté comme un apport documenté à la science économique. Nordhaus le transforme en une idée dans l'air du temps. Cette présentation est extrêmement dommageable pour la conscience que les économistes, lisant l'article de Nordhaus, peuvent avoir du sujet. N'étant pas référencée, la contribution de Boulding est ravalée au rang de lieu commun. L'histoire de cette idée est alors perdue, et l'importance de cette nouvelle vision ne peut plus être perçue par le lecteur qui n'en a pas la mémoire.

Devenue pour un bref moment une évidence, la vision de Boulding, prélude à l'économie écologique, se prépare en fait à disparaître de la scène. L'économie conventionnelle n'y fait plus référence, et n'en est même pas imprégnée. L'article de Nordhaus est donc le témoin d'une période charnière. Il procède à une reprise des thèmes de l'économie écologique, tout en rendant invisible le fil des contributions. Il fait circuler les idées de l'économie écologique, mais efface les traces qui conduisent aux sources. Les termes de la discussion sont encore ceux de la fin des années 1960 et du début des années 1970, mais le débat, coupé de ses racines, ne peut avoir de postérité. L'économie de l'environnement s'éloigne de fait de

la vision systémique présentée en 2.2.1, et qui est encore celle de Nordhaus en 1974. Dans son histoire de l'économie de l'environnement, Pearce (2002) l'évacue d'ailleurs des références majeures de la discipline et la considère, au contraire, comme caractéristique de l'économie écologique, mouvement marginal et dissident. L'économie de l'environnement se moule dans l'économie du bien-être, avec comme question prioritaire l'évaluation des externalités. L'intégration des ressources et de la pollution dans une problématique commune du développement n'a pas eu lieu. L'économie écologique disparaît de la scène de l'économie orthodoxe. Il faudra presque deux décennies de gestation pour que des dissidents se structurent autour de cette vision à la fin des années 1980 (Røpke, 2004).

2.2.2 *Le choc du rapport du Club de Rome*

Nordhaus écrit l'article que l'on vient d'analyser en 1974, deux ans après le rapport Meadows et al. (1972) pour le Club de Rome. Cette concomitance n'est pas un hasard. Le rapport du Club de Rome marque l'opinion publique en installant pour longtemps les problématiques écologiques dans le débat public. Le rapport du Club de Rome, qui reprend à sa manière la vision intégrée des ressources et de la pollution, est un défi lancé aux économistes conventionnels. Sous la pression de l'énorme publicité que connaît ce rapport, ceux-ci rejettent la vision de l'économie écologique, qu'ils avaient commencé à adopter. Le rapport du Club de Rome provoque un revirement des économistes sur leur façon d'aborder les ressources⁷.

Le rapport Meadows est le fruit de la collaboration entre le Club de Rome et l'équipe de modélisation de Forrester au MIT. Le Club de Rome est un groupe informel, rassemblé autour d'Aurelio Peccei à partir de 1968. Ses membres sont des technocrates : dirigeants, entrepreneurs, scientifiques, administrateurs... Ils sont intéressés par les problèmes de long terme et d'échelle globale, qui sont complexes et inter-reliés, et en particulier les menaces sur le développement matériel : la croissance de la population, la raréfaction des ressources, la pollution croissante.

Pour mieux étudier ces tendances, le Club de Rome passe un partenariat avec l'équipe de dynamique des systèmes de Jay Forrester du MIT. La fondation Volkswagen soutient financièrement le projet. L'équipe de Forrester met au point un modèle du monde. Les grandes variables du système monde (population, production industrielle, production agricole, ressources, pollution) sont représentées. Ces variables sont reliées par des boucles d'interaction, positives ou négatives, calibrées à partir de travaux spécialisés. La production nécessite des ressources et produit de la pollution. L'épuisement des ressources entraîne des coûts croissants de production. La pollution dégrade la productivité agricole et accroît le taux de mortalité. Le rapport Meadows et al. (1972) est le résultat des recherches

7. La postérité du rapport du Club de Rome pour l'analyse économique a déjà été étudiée par Élodie Vieille Blanchard (2007). Elle montre comment le modèle de Forrester constitue les prémices de la modélisation intégrée, qui sera poursuivie d'une autre manière par l'analyse économique. Notre compte-rendu insiste plus sur la marginalisation des concepts à la base du travail de l'équipe de Forrester et de Meadows, concepts qui s'acclimataient dans l'analyse économique.

effectuées à l'aide du modèle global de Forrester. Titré *Limits to growth* (*Halte à la croissance ?* en français), il connaît un fort retentissement.

D'une certaine façon, le rapport Meadows constitue le parachèvement de la vision de l'économie écologique que nous avons vu se développer depuis la fin des années 1960. Cette vision d'une économie transformatrice de matière, de ressources en pollutions, est explicitement reprise (Meadows et al., 1972, p. 183); Daly et Boulding sont cités à divers endroits. Par l'intermédiaire de Daly, l'influence de Georgescu-Roegen se fait sentir sur l'équipe, selon le témoignage de Dennis Meadows (Levallois, 2010, p. 2275). Par rapport à Boulding (1966), il y a une quantification de l'économie vaisseau-spatial; par rapport à Ayres et Kneese (1969), il y a une vision dynamique; comme Daly (1968), il y a des interactions entre l'environnement naturel et les activités humaines, les fameuses boucles de rétroaction. Le modèle Meadows se loge donc dans cette vision du monde. Il en reprend les principaux éléments en liant ressources et pollutions. Il fournit pour la première fois un modèle intégré des rapports économie – environnement.

Le rapport Meadows se fonde sur de la prospective quantifiée pour appréhender le comportement qualitatif du système global. Comment le système global en croissance exponentielle va-t-il réagir aux contraintes à sa croissance? Les variables vont-elles tendre vers un plateau, vont-elles osciller autour d'une valeur limite? Ou bien assiste-t-on à une montée brusque, suivie d'un dépassement de seuils critiques et d'un effondrement? Pour étudier le comportement du système global, tel que représenté dans le modèle, la méthode procède par l'établissement de scénarios. Diverses hypothèses sont testées, par exemple des ressources deux fois plus importantes que prévues, ou un fort contrôle de la pollution, ou une hausse de la productivité agricole, ou un progrès technique qui permet de recycler les matériaux... Aucune de ces hypothèses, même combinées, ne changent le comportement du système, qui présente une tendance à l'effondrement. Un effondrement signifie que les variables (production agricole et industrielle, population) ne suivent pas une courbe logistique, de montée puis de saturation autour d'une valeur-limite, mais une courbe en U, de montée puis de descente. D'après le modèle, les solutions techniques ne permettent pas de stabiliser le système et d'éviter l'effondrement, tout au plus de le reculer de quelques décennies. La maîtrise de la population et de la production industrielle permettrait au contraire une stabilisation du système global.

Ce modèle, et les conclusions qui en furent tirées, n'était pas sans défaut⁸. Comme l'ordinateur était utilisé pour calculer ce modèle avec de nombreuses variables, beaucoup ont reproché le rôle d'oracle attribué à une machine. La plupart des critiques sont néanmoins tempérées par la lecture du texte, qui est prudent dans l'interprétation des courbes et rappelle constamment les limites méthodologiques de l'exercice. Les auteurs ont étudié plusieurs scénarios et ils invitent les critiques éventuels à préciser les points précis à modifier dans le modèle, que ce soit en termes de boucles de rétroaction, ou de valeur des paramètres.

Plus que ses limites méthodologiques, la principale tare du rapport était le positionnement géopolitique qu'il adoptait implicitement. L'insistance sur la crois-

8. Les défauts du rapport Meadows, ainsi que les réactions internationales et nationales, sont bien documentés dans le rapport de Bergeret et al. (1973), écrit par l'embryon d'équipe qu'Ignacy Sachs avait rassemblé et qui deviendrait le CIRED.

sance de la population imputait en effet l'essentiel de la responsabilité aux pays du Tiers-Monde. Le programme du Club de Rome de contrôle démographique pouvait donc se comprendre comme une mise sous tutelle des pays du Tiers-Monde, par les anciennes puissances coloniales. Au lieu de prôner un contrôle démographique autoritaire, politiquement inacceptable, le Club de Rome aurait dû s'intéresser aux déterminants socio-économiques de la natalité ; le développement pourrait alors apparaître comme une solution à l'explosion démographique⁹. Le principe de croissance zéro, appliqué de manière indifférenciée, néglige complètement les besoins de développement du Tiers-Monde (Sachs, 1972a), il conduit à figer les positions dominantes des pays industrialisés.

La fondation Bariloche en Amérique Latine développe ainsi un modèle alternatif (Bergeret et al., 1973, p. 21-23) : au lieu d'un monde homogène comme celui de Forrester, le monde est divisé en deux, avec un Nord fort consommateur de ressources et un Sud qui doit se développer. L'accent est mis dans ce modèle sur une proposition normative de développement égalitaire. Il s'agit d'éviter la poursuite d'un développement inégalitaire qui provoquerait des tensions géopolitiques majeures, bien avant une catastrophe environnementale.

Puisqu'il fait l'impasse sur les besoins du Tiers-Monde, le rapport du Club de Rome donne malgré lui un argument aux pays du Tiers-Monde qui pensent que l'environnement est une création des pays occidentaux pour empêcher leur croissance. Pour éviter un blocage de ce type, les institutions internationales choisissent une voie médiane qui s'exprimera à la conférence de Stockholm sur l'environnement humain. Il s'agit de faire droit aux besoins de développement du Tiers Monde, tout en évitant les saccages de la nature. Cet écodéveloppement passe par une reconsidération des buts de la croissance économique. Celle-ci doit être mise au service des besoins humains fondamentaux avec des techniques s'insérant harmonieusement dans les milieux naturels. Son grand théoricien est Ignacy Sachs (1974, 1980), qui prolonge ainsi l'étude du développement et de la planification développée dans *La Découverte du Tiers Monde* (Sachs, 1971). Le terme d'écodéveloppement sera adopté par les Nations Unies, jusqu'à la conférence de Cocoyoc en 1974. Mais la déclaration radicale à l'issue de cette conférence le fait tomber en disgrâce (Weber, 1994). Ensuite, c'est la notion de développement durable (*sustainable development*) qui récupère l'essentiel du contenu de l'écodéveloppement. L'articulation entre développement et protection de l'environnement est toujours au cœur des débats sur le développement durable (Hourcade, 2008).

Du point de vue de l'évolution de l'analyse économique, les conclusions du rapport et les développements subséquents nous intéressent moins que la question posée (le mode de développement occidental est-il viable ?), le cadrage utilisé (envisager la pollution et les ressources dans un même mouvement) et la méthode suivie (un modèle dynamique quantifié). Cette question et ce cadrage n'étaient pas inhabituels pour les économistes, ils s'inscrivaient dans la lignée des travaux pionniers déjà cités. Le rapport Meadows reprenait des idées développées dans

9. Sur cette question démographique, il semble qu'il y ait là une méprise. Le modèle de Forrester inclut bien une relation de la natalité en fonction du revenu, seulement la natalité suit une courbe en U : la natalité est forte au bas revenu, diminue puis augmente aux hauts revenus. C'est cette relation qui paraît rétrospectivement la plus étrange (mais elle paraissait peut-être plausible à l'époque, du fait du *baby boom* dans les pays occidentaux).

la science économique, comme la vision de l'économie écologique, mais il allait en fait cabrer les économistes contre des idées qui émergeaient de leur propre milieu.

Le tournant pour l'analyse économique qu'a constitué le rapport Meadows est visible en comparant deux textes de Solow (1971b, 1973). Le premier (Solow, 1971b) est un texte sur la pollution et son contrôle. Il est caractéristique de la période intellectuelle du tournant des années 1970, où émerge la vision de l'économie comme nœud de flux matériels, inséré dans l'environnement. Solow, qui vient, rappelons-le, de découvrir ce paradigme, le mobilise comme ressource conceptuelle pour aborder la pollution. Dans les travaux d'Ayres et Kneese (1969), la pollution apparaît comme un problème plus sérieux qu'une simple externalité : c'est un problème universel de traitement des déchets. « Our language speaks of the "consumption" of goods as if nothing is left of them after they are consumed. But of course everything is left of them. Every ton of material that is removed from the earth and transformed into goods still remains to be disposed of when the goods in question are finally used. » (Solow, 1971b, p. 500) Ce genre de remarques est caractéristique d'une vision d'économie écologique. En 1971, elle fait partie des idées nouvelles avec lesquelles les économistes se familiarisent. Pour remédier à ce problème universel, Solow reprend une proposition assez radicale. Il s'agit d'établir sur tous les matériaux une taxe pondérale au moment de l'extraction des matériaux bruts. Cette taxe sera rendue à la personne qui s'occupera de la fin de vie des matériaux, en fonction du traitement choisi des déchets.

Deux ans plus tard (Solow, 1973), le ton a changé. Solow discute le modèle dynamique de Forrester. Il lui fait beaucoup de reproches : le modèle propose des prolongements de tendance et il n'y a pas de raison d'y croire quand leur effet est catastrophique. En effet, des mécanismes correctifs se mettent généralement en place, par exemple par l'intermédiaire des prix qui induisent des changements de comportement. Cette critique est mal informée car en réalité, le modèle n'est pas un simple prolongement de tendance et il inclut déjà des mécanismes correctifs. Mais à cause des délais de réaction, ces mécanismes n'ont pas d'effets suffisants¹⁰.

10. Les mécanismes correctifs du modèle de Forrester sont des mécanismes qui interviennent une fois constaté un dégât ou un écart à une tendance. Ces mécanismes agissent de plus avec retard. Le délai entre la manifestation d'une tendance néfaste et sa correction dépend donc du temps de réaction du contrôle et du temps de réaction du système. L'image utilisée est celle d'une automobile conduite par un aveugle guidé par son passager (Meadows et al., 1972, p. 251). On peut concéder qu'il s'agit là d'une description approximative du fonctionnement d'une société développée : une certaine situation est identifiée, ou plutôt transformée, en un problème, ce problème devient objet d'attention publique, puis une question politique, des actions sont prises par la puissance publique ou le gouvernement. Les mécanismes de correction des dysfonctionnements agissent avec délai.

Pour les économistes en revanche, les mécanismes ne sont pas correctifs, mais préventifs : ils empêchent l'écart à la tendance avant qu'il n'ait lieu. Dans les modèles de croissance optimale ou d'épuisement d'un stock de ressources comme celui de Hotelling, le futur est parfaitement anticipé et connu. Les actions sont toujours prises en pleine connaissance de cause et il n'y a pas besoin d'actions correctrices, c'est-à-dire suite à une surprise non anticipée. Le raisonnement des économistes suppose donc des anticipations suffisamment correctes pour prévenir les actions dangereuses. Pour reprendre la métaphore de l'automobile, la conduite serait celle des voitures « intelligentes », que l'on commence à construire de nos jours, entièrement guidées par GPS et capteurs intégrés. Programmée pour suivre une trajectoire optimale connue et calculée *ex ante*,

Plus intéressante pour notre propos est la séparation des questions. Solow distingue la question des ressources et celle de la pollution, alors que ces deux questions commençaient à être liées. Plus surprenant, dans son traitement de la pollution, Solow change de registre par rapport à son texte de 1971. Pour Solow, la littérature autour du rapport Meadows suppose que la pollution accompagne nécessairement la production industrielle. Or, Solow considère que cette vision est erronée. Le problème n'est pas que la pollution est un sous-produit inévitable de la production, il est simplement que les capacités de l'environnement à absorber la pollution n'ont pas de prix. Pour résoudre le problème de pollution, il faut et il suffit de donner un prix à la capacité de traitement des déchets par l'environnement. La question n'est donc plus celle de l'ampleur de la production industrielle mais du prix qu'il faut donner aux capacités d'absorption de l'environnement.

Contrairement au texte de 1971, l'universalité des déchets n'est plus mise en avant. Solow a en fait transformé le problème universel des déchets en celui de la pollution « excessive ». Pourtant, la pollution des milieux naturels est fondamentalement un problème de déchets, comme l'avaient montré [Ayres et Kneese \(1969\)](#). L'omniprésence de ceux-ci rend la pollution inévitable. En déplaçant l'accent des déchets à la pollution « excessive », Solow sépare le problème (la pollution) de sa source (les déchets). La production peut alors être comprise comme le résultat d'un état de la technique intensive en pollution, et des techniques de production qui ne sont pas intensives en pollution peuvent alors être trouvées, du moins dans la théorie. Dès lors, la pollution excessive n'est plus un sous-produit inéluctable de la production industrielle. À la suite de la publication du rapport Meadows, Solow est donc amené à déplacer le problème et à abandonner les modes de raisonnement qui étaient les siens quelques années avant.

L'histoire de la réaction des économistes est souvent racontée comme le retour de la rationalité économique dans un débat sur les limites de la croissance. D'un côté le rapport Meadows montrerait que la croissance est impossible à prolonger

cette voiture corrige à chaque instant son écart à la trajectoire prévue grâce à des signaux externes. Dans les modèles, ces signaux sont donnés par les multiplicateurs.

D'un point de vue pratique cependant, dans une économie de marché, les prix jouent le rôle des multiplicateurs du modèle. Les instruments pour « voir dans le futur » sont les marchés financiers. Il est crucial pour l'optimalité des décisions intertemporelles que les actifs financiers soient correctement valorisés. On touche ici à la question des anticipations, question d'autant plus épineuse que la théorie économique l'écarte systématiquement depuis l'hypothèse des anticipations rationnelles. La vue d'une valorisation des actifs à leur « valeur fondamentale » grâce à l'efficience des marchés financiers a longtemps prédominé dans la discipline économique. Pourtant, Keynes, avec son concours de beauté, avait déjà mis en évidence le caractère interspéculaire des marchés financiers. Les agents cherchent non pas le « vrai » prix, mais le prix anticipé par les autres agents. La nature mimétique des marchés boursiers change radicalement le modèle de formation des prix des actifs financiers ([Orléan, 2011](#)).

La valorisation des actifs est ainsi le fait de croyances collectives. Ces croyances collectives peuvent se révéler justes, auto-réalisatrices ou erronées. Il n'est donc nullement certain que les problèmes soient toujours anticipés à temps. La question de savoir si les problèmes sont toujours parfaitement prévus et anticipés doit se traiter sur le plan empirique ; sur ce terrain, la réponse des économistes n'a certainement pas l'avantage. La situation pourrait même être pire que celle du modèle de Forrester. Lorsque les signaux entrent en conflit avec les croyances collectives, cela peut retarder ou empêcher le déclenchement de l'action correctrice. Dans le cas du changement climatique, ce phénomène sera étudié en détail au chapitre 5.

en raison de l'utilisation de ressources dont le stock est fini. Il pêcherait par son calcul en unités physiques et en quantité là où l'économiste doit raisonner en valeur, à l'aide des prix. De l'autre, les économistes montreraient que la croissance est possible grâce au progrès technique et aux substitutions.

Cette façon conventionnelle de voir demande à être remise en question. En vérité, elle manque le phénomène crucial entr'aperçu avec le revirement de Solow, à savoir le déplacement de la question posée et le sens des réponses apportées. Par un retour aux textes de l'époque, nous allons voir comment les économistes ont opéré un déplacement des questions sur les limites à la croissance.

2.2.3 *La réponse des économistes au Club de Rome*

Le Club de Rome s'interroge sur la viabilité du développement occidental, ressources et pollutions comprises. Les économistes ne vont pas répondre sur ce terrain, mais rabattre la question sur la seule disponibilité des ressources à long terme. Comme une troupe de lemmings (Solow, 1974a, p. 2), les économistes se sont jetés en masse sur la question des ressources épuisables. Le problème global, envisagé dans son aspect systémique, est réduit à un problème partiel. Deux raisons peuvent expliquer cette réduction de la viabilité du développement industriel, problème global, à la disponibilité des ressources.

D'une part, les économistes ont cru voir dans le rapport Meadows le retour de Malthus, pour qui les limites à la productivité agricole devaient conduire à un état stationnaire. Nul économiste classique n'est plus raillé dans les enseignements d'économie que Malthus (malgré les tentatives de Keynes pour faire de Malthus un précurseur du concept de demande effective). Les économistes se font un devoir de combattre tout ce qui ressemble de près ou de loin aux thèses de Malthus. Par biais professionnel, les économistes pouvaient donc facilement réduire la question posée à une autre question, dont ils connaissaient parfaitement la réponse et l'argumentation.

D'autre part, le choc pétrolier de 1972 met sur le devant de l'actualité la raréfaction des ressources. Le rapport du Club de Rome acquiert un contenu tangible par le choc pétrolier, et c'est sans doute à la lumière de ces événements que beaucoup d'économistes ont lu le rapport. Or si le choc pétrolier montre la vulnérabilité des économies occidentales à l'apport en énergie — après la lecture de la partie 2.3, cela ne devrait plus surprendre —, il n'est pas en premier lieu la manifestation d'une rareté naturelle, mais bien un événement géopolitique. L'opinion publique occidentale a d'ailleurs confondu deux annonces au sujet du pétrole, faites à un jour d'intervalle, les 16 et 17 octobre 1973 (Mitchell, 2011, p. 184-185). La première concerne une hausse du prix affiché (*posted price*), décidée unilatéralement par les pays de l'OPEP. Il s'agit en fait d'une mesure destinée à taxer plus fortement les compagnies pétrolières, pour que les ressources bénéficient aux pays d'où elles sont extraites plutôt qu'aux compagnies occidentales. En effet, la taxation s'effectue non sur le prix de marché, mais sur un prix conventionnel, le prix affiché. Cette mesure est l'aboutissement d'un mois de négociations. En l'absence d'accord entre les compagnies et les pays exportateurs, ceux-ci ont décidé d'accroître le prix affiché, c'est-à-dire la base de la taxation. Il s'agit donc là d'un conflit de répartition autour de la rente pétrolière. L'autre mesure est la réduction

de 5 % de leur production de pétrole, tous les mois, tant qu'Israël n'évacue pas les territoires occupés depuis la guerre des Six Jours. Elle vise à protester contre le soutien des États-Unis à Israël dans la guerre du Kippour. Elle est transformée deux jours plus tard en embargo sur le pétrole de l'OPEP à destination des États-Unis. Il s'agit donc d'une décision politique et extra-économique. Le choc pétrolier n'a donc rien de la manifestation d'une rareté naturelle, mais pour des raisons complexes, les deux phénomènes resteront associés dans la conscience collective.

On retient donc du rapport Meadows, pour de mauvaises raisons, la question des ressources. Au regard des questions soulevées par l'économie écologique en gestation, cette réception est malheureuse et a tout l'air d'une régression. Elle oriente pourtant le travail des économistes qui cherchent à répondre au rapport Meadows, dans une série d'articles parus en 1974. De ces contributions va naître l'économie des ressources comme discipline spécialisée. Elles vont forger la sagesse conventionnelle des économistes sur le rôle des ressources et la perpétuation de la croissance (Erreygers, 2009).

L'intervention du théoricien de la croissance Robert Solow (1974a) au congrès annuel de l'association américaine de sciences économiques permet de cerner les contours de l'approche économique des limites à la croissance. Dans une conférence sur l'économie des ressources naturelles, Solow aborde le rapport Meadows sous l'angle de la rareté croissante des ressources épuisables. Il reformule le problème comme la gestion sociale optimale d'un stock de ressources non-renouvelables. Solow découvre le principe de Hotelling (l'écart entre le prix de vente et le coût d'extraction doit croître au taux d'intérêt) comme base de la gestion optimale des ressources épuisables. Il s'interroge pour savoir comment réaliser cette gestion par le biais d'un marché ou d'une planification, et si ce principe fournira vraiment un optimum social. Solow est donc concerné au premier chef par les trajectoires de prix, puis par les instruments qui rapprochent les prix réels des prix d'équilibre, notamment les marchés futurs. La question est donc celle de l'usage optimum des ressources et de la possibilité que les prix de marché guident la réalisation de cet optimum. La viabilité de la croissance de la production industrielle, considérée dans son ensemble, n'est plus une question.

Le processus du déplacement opéré par la méthodologie économique, tant sur le sens de la question que de la réponse, est bien visible dans les articles théoriques publiés dans la *Review of Economic Studies* en 1974.

Comme Solow, Stiglitz (1974) s'intéresse aux sentiers optimaux d'extraction d'une ressource naturelle. Son cadre de référence est la théorie de la croissance. La présence de ressources naturelles pose des problèmes pour la théorie de la croissance optimale parce que certains concepts-clefs comme l'état stationnaire, le sentier de croissance stabilisée, doivent être révisés. La question concrète du Club de Rome (la croissance de la production est-elle confrontée à des limites) est ainsi transformée en une question académique (l'intégration des ressources épuisables dans la théorie de la croissance). En réalité, Stiglitz ne cherche pas à ré-examiner ces concepts. Il va plutôt chercher à voir sous quelles conditions la croissance régulière de la consommation est possible, à quelles conditions sur des paramètres de fonctions analytiques, il existe des sentiers réguliers de croissance. L'analyse de Stiglitz est un pur jeu mathématique formel. Il écrit des équations

d'évolution et trouve des conditions pour l'existence d'une croissance continue de la consommation. Il faut que le capital et les ressources naturelles soient substituables et que la part du capital dans la production soit plus importante que la part des ressources, ou bien qu'il existe un progrès technique.

Stiglitz soulève donc deux conditions pour l'existence de sentier où la consommation est maintenue : la substituabilité des facteurs et le progrès technique. Ce sont les conditions autour desquelles tourne toujours le débat. Or il est remarquable que ces conditions ne soient pas reprises dans la conclusion (Stiglitz, 1974, p. 136). Selon Stiglitz, si l'on considère le modèle présenté comme une première approximation raisonnable, la croissance soutenue est faisable et des réserves de ressources représentant trente années de consommation courante ne doivent pas inquiéter. Cette conclusion montre toute l'ambiguïté des modèles économiques théoriques. Il y a une confusion entre le modèle et les valeurs réalistes des paramètres, qui devraient être données par une étude empirique. Le modèle de Stiglitz montre qu'il existe différents régimes selon les valeurs des paramètres. Dans un certain régime (où il y a substituabilité ou progrès technique) la consommation peut se maintenir. Dans d'autres c'est impossible. De cette analyse, rien ne permet de conclure quel est le régime pertinent pour la réalité. Seule une étude empirique pourrait le révéler. Or, dans sa conclusion, Stiglitz considère que le régime pertinent est le régime favorable, celui qui maintient la croissance. Il s'agit là d'une simple opinion qui, masquée derrière un attirail mathématique, prend les apparences d'un jugement scientifique.

La démarche de Solow (1974b) est également exemplaire de la méthode économique. Solow se pose la question de savoir si une consommation constante au cours du temps est possible dans un modèle de croissance, d'abord sans ressources, puis avec ressources. Pour étudier le modèle de croissance, Solow est conduit à faire des hypothèses. Il étend d'abord son modèle de production pour intégrer les ressources. Il pose une fonction de production sous la forme $Q = F(K, L, R)$, signifiant par là que la production Q est fonction des flux de travail L , de ressources R et du stock de capital K . Solow cherche ensuite les hypothèses pour obtenir un problème « intéressant et substantiel ». Il commence par remarquer que les ressources doivent entrer dans la production, ensuite que le produit moyen de la ressource n'est pas borné. En effet, nous dit Solow, si le produit est borné, alors on ne peut produire qu'un montant fini de production avec la ressource, et la consommation que l'on peut maintenir indéfiniment est nulle. Solow (1974b, p. 34) conclut donc : « The interesting case is one in which $R = 0$ and $Q = 0$, but the average product of R has no upper bound. » Solow dans la suite de son article se consacre donc à ce cas et montre que l'on peut maintenir une consommation constante en substituant du capital aux ressources.

Le raisonnement de Solow pour établir ses hypothèses est caractéristique. La clef est dans le sens du mot « intéressant ». En quoi le cas où le produit moyen de la ressource est borné est inintéressant ? La réponse est simple : ce cas est inintéressant *d'un point de vue mathématique*. En effet, dans ce cas, il est trivial (mathématiquement évident) que la consommation ne peut être maintenue indéfiniment. C'est tout aussi trivial que l'adage que reprennent aujourd'hui les tenants de la décroissance : une croissance infinie est impossible dans un monde fini. Solow écarte donc le cas mathématiquement inintéressant et se concentre sur le cas « in-

téressant », où la possibilité d'un sentier de croissance maintenue demande un peu d'investigation mathématique. Cette démarche serait normale pour un mathématicien, mais non pour un économiste. Celui-ci doit juger en fait et non en droit. Il devrait s'intéresser au cas pertinent pour la réalité. Le cas mathématiquement trivial est économiquement intéressant si c'est le cas réel. Avant de conduire son analyse sous les hypothèses qui rendent le problème mathématiquement intéressant, Solow devrait nous dire en quoi ces hypothèses s'appliquent au monde réel.

Les travaux de Stiglitz et de Solow ne fournissent qu'une méta-analyse. Ils donnent les conditions de possibilité de tel ou tel monde, en fonction de certains paramètres dans une représentation donnée. Mais cela suffit-il à constituer une réponse des économistes au modèle global du Club de Rome ? Ces travaux ne font que mettre en lumière des mondes possibles, mais la véritable réponse consiste à dire quel monde possible est le monde réel. Sur cela, les économistes restent étrangement muets. Ils ne formulent pas explicitement les jugements de réalité qui rendent leurs modèles crédibles. Leurs modèles révèlent ces jugements de fait mais ceux-ci sont toujours implicites et jamais étayés. À la fin de son article, Solow affirme que l'introduction des ressources épuisables dans un modèle de croissance apporte quelques critères intéressants mais ne renverse pas les principes de base. Cependant ce jugement revient à adopter l'hypothèse d'une élasticité de substitution entre capital et ressources naturelles plus grande que 1, ou de manière équivalente, de l'absence de bornes au produit moyen d'une ressource. Il s'agit là d'une hypothèse cruciale, mais cette hypothèse n'est pas discutée. Solow (1974b, p. 41) glisse simplement, après un tiret que cette hypothèse « would certainly be the educated guess at the moment. » Pourquoi ? On ne le saura pas. On passe d'une hypothèse à un jugement de fait non étayé. Parler d'avis éclairé est un argument d'autorité, ni plus ni moins.

À l'examen, ce qu'on appelle la réponse des économistes au rapport Meadows apparaît donc étrange. Elle opère d'abord un déplacement de la question posée, de la viabilité du mode de développement occidental, considéré comme un tout, à la question de l'épuisement des ressources. De plus, sur ce terrain, les économistes répondent par des modèles mathématiques qui décrivent des possibilités. Nul ne sait si on peut passer facilement de l'univers potentiel des modèles au monde réel. La question des jugements de réalité n'est pas traitée de front. De la sorte, la réponse apparaît incomplète. Elle n'émet que des possibilités mais n'apporte pas d'éléments sur le fond.

On ne saurait trouver un contraste plus grand avec la méthode suivie par Forrester. Celui-ci procédait par l'analyse de systèmes. Cette méthode, nouvelle à l'époque, spécifie des relations (ou boucles) entre différents composants. Ces relations entre composants, par exemple entre le revenu et la population, ou la production et la pollution, peuvent être estimées à partir de données. Ces interactions et rétroactions peuvent former un réseau très complexe. Le but de l'analyse est d'étudier le comportement émergent du système global, résultant de l'interaction de tous ses éléments. La démarche est donc synthétique et dans l'application de Forrester fortement empirique. Le modèle de Forrester n'était cependant pas si différent des modèles macro-économétriques utilisés par les économistes, il

se fonde sur les mêmes outils¹¹. Ceux-ci le rejettent pourtant complètement. La méthode de leur réponse consiste à poser des modèles *a priori* et à argumenter à partir de ces mondes fictifs.

Il semble qu'à l'époque les économistes impliqués dans les débats pensaient que leur position allait de soi et était parfaitement justifiée, même sur un plan empirique. Leurs contributions mettent en effet l'accent sur la substituabilité des facteurs et le progrès technique. Présenté ainsi, le jugement de fait implicite des économistes emporte l'adhésion. Les facteurs sont substituables et le progrès technique existe. Mais cette présentation est trompeuse, car elle fait appel à des principes généraux. Ce ne sont pas des catégories métaphysiques qui éluderont le rôle des ressources dans la croissance, mais des conditions spécifiques. Pour qu'il soit possible de maintenir constante la consommation, il faut un progrès technique ou une substituabilité tels que le produit moyen des ressources tende vers l'infini à mesure que la ressource s'amenuise. Cette condition n'a rien d'évidente, et l'appel à un vague « progrès technique » ou une indéterminée « substituabilité » ne suffit pas à la remplir. Si le progrès technique peut se poursuivre quelque temps et augmenter le produit moyen des ressources, il n'est pas déraisonnable de penser que le produit moyen des ressources est, à terme, borné.

Or ce type de progrès technique est déjà inclus dans le rapport Meadows : les scénarios considèrent bien divers types de progrès technique, à la fois sur les ressources (avec un doublement des ressources et une augmentation du taux de recyclage) ou sur la pollution (avec une division par quatre de l'intensité polluante de la production), ainsi que des progrès des techniques agricoles. Un progrès technique qui stagne au bout d'un certain temps n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions du rapport Meadows. Les économistes peuvent éluder la question des limites à la croissance, non pas grâce à un certain montant de progrès technique, mais grâce à un progrès technique en croissance exponentielle. Les économistes sauvent, sur le plan théorique, la croissance de la consommation par l'appel à une autre forme de croissance, le progrès technique. La méthode abstraite joue un grand rôle dans le succès de cette réponse.

La pente théorique de l'économiste l'encourage à voir un progrès technique perpétuel, c'est-à-dire un produit moyen des ressources potentiellement infini, tandis que des considérations empiriques ramènent à un produit moyen borné. Cette tension dans le raisonnement économique apparaît nettement dans un article de Baumol (1986). Baumol (1986, p. 167) commence son article en rappelant : « The received wisdom of the environmental literature gives prominence to the fact that earth is a planet whose contents are finite and whose, resources, if used continuously, must ultimately be exhausted. Taken in its obvious sense this observation is undeniable as it is trivial. » Le fait est reconnu mais est qualifié de trivial, manière peut-être d'en amoindrir l'importance. Fidèle à la tradition des sciences sociales qui cherchent à infirmer le bon sens et l'intuition (Hirschman, 1981b), Baumol se propose en fait de démontrer le contraire de cette trivialité. Contrairement aux apparences, la quantité de ressources s'accroît au cours du temps, si on la mesure en contribution potentielle au bien-être. Baumol considère qu'il y a les ressources brutes, dont la quantité diminue au cours du temps,

11. Voir *infra* les remarques de Georgescu-Roegen.

et les ressources effectives, celles que l'on peut effectivement récupérer à partir des ressources brutes. Or seules les ressources effectives comptent pour les humains. Si l'on extrait 5 % du stock mais que le taux de récupération croît ensuite de 10 %, alors les ressources effectives ont augmenté au cours du temps. On a alors obtenu une authentique cruche de la veuve ! Voilà la pente naturelle qui entraîne Baumol. C'est la pente du progrès technique indéfini.

L'article contient cependant une seconde proposition. Le taux de récupération ne peut s'étendre à l'infini (avec le recyclage, le taux de récupération peut être plus élevé que 1). Si le stock de ressources effectives peut être maintenu, la consommation de ressources doit tendre vers 0, et, par là même, leur contribution au bien-être. Baumol arrive là à une conclusion qui est à peine moins triviale que celle qu'il a critiquée en entrée : avec des ressources finies et un progrès technique borné, la consommation de ressources doit tendre vers 0. Dans ces conditions, qui se soucie que les ressources effectives puissent être maintenues ? L'article de Baumol articule donc une approche théorique et une plausibilité empirique, qui ramène vers les trivialités du concret, à savoir la baisse inévitable de la consommation de ressources. Le plus intéressant dans cette affaire n'est pas la concomitance des deux propositions, c'est-à-dire dans la tension entre une branche théorique, optimiste et une branche réaliste, plus pessimiste. Il est dans le fait que la seconde proposition n'est pas de Baumol, qui, entraîné par sa pente, ne l'avait pas vue. Elle est en effet d'un autre économiste, Dietrich Fischer, économiste appliqué, auteur d'un livre proche des sciences politiques sur la guerre nucléaire. Sans lui, Baumol se serait sans doute contenté de sa première proposition, qui montre une augmentation indéfinie des ressources effectives, sans s'apercevoir que leur consommation tend malgré tout vers 0.

Aveuglé par la beauté de ses équations, le théoricien a tendance à ne voir que les paradoxes au message optimiste, permis par le jeu symbolique. Il ne remarque pas que la consommation de ressources doit diminuer jusqu'à disparaître, ce qui, pour celui qui ne croit pas à un progrès technique infini, a bien plus de signification.

2.2.4 La critique entropique de Georgescu-Roegen

La réponse des économistes au Club de Rome, lorsqu'elle n'est pas tempérée par des considérations pratiques, tend donc à reposer sur un progrès technique perpétuel, qui augmenterait infiniment le produit moyen des ressources. Or cette hypothèse n'est pas vraiment plus plausible que celle d'un progrès technique borné. Elle l'est même moins, si l'on en croit la sévère critique de Nicholas Georgescu-Roegen.

Nous avons vu (cf. 1.4.5), Georgescu-Roegen, formé comme mathématicien, formuler ses doutes profonds sur le programme de mathématisation de l'économie dans l'introduction à son recueil d'articles de 1966. Quelques années plus tard, il récidive avec un ouvrage qui fera date *The Entropy Law and the Economic Process* (Georgescu-Roegen, 1971). Il y étoffe ses critiques de 1966 dans une somme magistrale mêlant réflexions sur la physique, les mathématiques, l'histoire des sciences et l'économie. Selon sa thèse générale, la théorie économique s'est inspirée de la mécanique, qui la plonge dans un monde où le temps est réversible.

Pourtant le vrai sujet de l'économie est l'évolution dans le temps des processus et des institutions économiques. L'économie aurait dû plus se rapprocher de la thermodynamique. La seconde loi de la thermodynamique, qui stipule que l'entropie d'un système ne peut qu'augmenter, sort du cadre mécaniste réversible et fait apparaître une vraie flèche du temps. Pour Georgescu-Roegen, cette loi est la plus économique des lois physiques, car l'entropie représente, en un certain sens, l'énergie utile. Il se désole de ce que le dogme mécaniste ait conduit les économistes à préférer les exercices mathématiques à l'étude des faits réels — ce qui n'est pas sans faire écho aux préoccupations de cette thèse.

Georgescu-Roegen se plaint surtout de l'oubli par les économistes de la question des ressources naturelles, et de leur conception désincarnée de la production économique. Prendre au sérieux les limitations entropiques du processus économique doit conduire à limiter la croissance. Bien que Georgescu-Roegen soit reconnu par ses pairs comme un grand économiste (voir l'éloge de Samuelson en 1.4.5), les économistes ne vont pas du tout discuter ses thèses. Celles-ci sont tout simplement ignorées. Le retentissement du rapport du Club de Rome lui offre l'opportunité de diffuser plus largement ses conceptions. Georgescu-Roegen retrouve dans le rapport les thèses qui lui tiennent à cœur, et notamment la nécessité de limiter la production industrielle. Les critiques adressées au rapport Meadows sont aussi des critiques pour ses thèses sur l'entropie. Il prend alors contact avec l'équipe de Meadows et leur propose de réfuter les critiques des économistes au rapport (Levallois, 2010). Georgescu-Roegen écrit alors un article *Energy and Economic Myths* qui réfute les arguments des économistes (Georgescu-Roegen, 1975). Cet article est largement diffusé et fait connaître ses thèses.

Georgescu-Roegen répond aux critiques adressées au modèle de Forrester. Il remarque que les économistes ont été les plus virulents à s'attaquer au rapport Meadows, alors qu'un rapport aux conclusions similaires, *A Blueprint for Survival* n'a eu que peu d'échos. « *The Limits to Growth* employed analytical models of the kind used in econometrics and simulation works. From all one can judge, it was this fact that irked economists to the point of resorting to direct or veiled insults in their attack against the Trojan Horse. » (Georgescu-Roegen, 1975, p. 364) Les défauts prêtés au rapport Meadows sont en fait des caractéristiques fréquentes que l'on trouve dans les modèles économiques : l'usage des modèles mathématiques est considéré par les économistes comme le seul moyen de faire avancer la science, l'agrégation est une procédure qui oublie nécessairement des éléments de la structure, mais néanmoins pratiquée, les économistes ont aussi utilisé des modèles sans prix (et au premier chef le modèle de Solow). Pour Georgescu-Roegen, le modèle de Forrester est un frère siamois des modèles des économistes. Les économistes sont choqués par le modèle de Forrester, parce que ce frère siamois renverse leurs enseignements et discrédite leur manie de la croissance.

Georgescu-Roegen s'attaque aux deux arguments avancés par les économistes pour éluder la question des ressources. Le premier est le progrès technique, qui permet de produire toujours plus avec moins. Il remarque que le rendement technique peut croître constamment tout en restant borné. Rien ne prouve que le progrès technique suive une croissance exponentielle. D'un point de vue thermodynamique, le rendement est même limité. Avec en un rendement infini, « la produc-

tion deviendrait incorporelle et la Terre un nouveau jardin d'Eden. » (Georgescu-Roegen, 1975, p. 361). Le second est la substitution perpétuelle des ressources naturelles avec autre chose. Pour Georgescu-Roegen, la production nécessite des matières de basse-entropie et la substitution ne s'effectue qu'à l'intérieur d'un stock de basse-entropie qui est fini. La production ne peut pas se passer des ressources naturelles : « Il faut avoir une vue bien erronée du processus économique dans sa totalité pour ne pas remarquer qu'il n'existe pas de facteurs matériels autre que les ressources naturelles. Soutenir, en outre, que [comme Solow], "le monde peut en effet subsister sans ressources naturelles ", c'est ignorer la différence qui existe entre le monde réel et le jardin d'Eden. » (Georgescu-Roegen, 1975, p. 361)

L'Économie peut échapper théoriquement à la finitude des ressources grâce à une vision de la production totalement désincarnée, et, en définitive, déconnectée de la réalité. Les raisonnements des économistes sur un progrès technique tel que le produit moyen des ressources soit infini ne sont possibles que dans un monde idéal, qui ne conserve rien des caractéristiques réelles de la production.

Georgescu-Roegen voit le processus économique comme un système thermodynamique et traduit la notion de ressources naturelles comme matière de basse entropie. Dans ce cadre thermodynamique, les difficultés des hypothèses des économistes deviennent apparentes. La critique de Georgescu-Roegen est donc un défi adressé à la théorie économique, en même qu'une confirmation qualitative du rapport du Club de Rome. Cette confirmation est cependant obtenue au prix d'une formulation en terme de finitude d'un stock d'éléments de basse-entropie, qu'il est impossible d'évaluer. L'horizon temporel de la rareté ne peut donc pas être précisé. Cela n'empêche pas Georgescu-Roegen de formuler un programme bio-économique minimal pour faire face dès aujourd'hui à cette inévitable contrainte entropique (Georgescu-Roegen, 1975, p. 377-378).

Georgescu-Roegen s'éloigne progressivement du Club de Rome, qu'il trouve de plus en plus consensuel. Le Club de Rome se place dans une position de gestionnaire de la croissance, là où Georgescu-Roegen ne voit que la décroissance comme solution aux problèmes environnementaux, de ressources comme de pollution. Il est isolé sur le plan académique et politique (Levallois, 2010). Ce n'est qu'une dizaine d'années plus tard que la création de la société internationale pour l'économie écologique donnera une visibilité institutionnelle aux thèmes qui intéressaient Georgescu-Roegen. Même si Georgescu-Roegen n'a pas souhaité faire partie des membres de la société, les fondateurs le considèrent comme une figure tutélaire qui inspire leur démarche (Martínez-Alier, 1987 ; Røpke, 2004). Sur un plan politique, ses idées ne connaîtront un écho qu'avec le mouvement de la décroissance qui naît en France au début des années 2000, avant de se propager dans les autres pays occidentaux (Baykan, 2007).

Avec ses travaux, Georgescu-Roegen avait jeté un gant aux économistes orthodoxes. Ceux-ci ne vont pas le relever. Daly (1997), disciple de Georgescu-Roegen, provoque une confrontation directe, grâce au journal *Ecological Economics*. Daly interpelle les économistes, Solow et Stiglitz en particulier. Il rappelle les arguments de Georgescu-Roegen, qui n'ont pas reçu de réponse. Sollicités par le journal, Solow et Stiglitz vont répondre, de manière assez décevante.

Pour Stiglitz, Daly n'a pas compris le genre de modèles analytiques que les économistes construisent. Ces modèles servent à poser des questions sur le moyen terme d'ici 50 à 60 ans. Le modèle est écrit comme s'il s'étendait à l'infini mais cela n'est pas à prendre au sérieux. Dans ce moyen terme, le capital peut être substitué aux ressources. Cette réponse de Stiglitz n'est pas vraiment convaincante. D'une part, il n'est stipulé nulle part dans les textes que nous avons étudiés plus haut que les fonctions considérées doivent s'entendre dans le moyen terme seulement. Il n'y a pas non plus d'essai de quantification du progrès technique nécessaire pour soutenir la croissance dans les soixante prochaines années, ni une vérification de la plausibilité de ces tendances. La modélisation remplace la preuve. Le rapport Meadows, dans toutes ses imperfections, tentait au moins une quantification et ne restait pas au stade du simple postulat théorique. D'autre part, la restriction de l'analyse à un horizon de moyen terme apparaît comme une manœuvre de protection *a posteriori*, une fois dévoilée la critique. On a de bonnes raisons de penser que certains économistes prennent au sérieux les fonctions de production et leur constance dans un horizon de temps infini. Les modèles économiques du changement climatique que nous étudierons dans le chapitre 4 utilisent des fonctions de production agrégée sur plusieurs centaines d'années. Autre exemple : dans notre critique du modèle AABH, nous avons émis l'hypothèse que l'élasticité de substitution entre énergie carbonée et énergie non carbonée était, aujourd'hui, vraisemblablement inférieure à 1 (cf. 1.3.2). Or les auteurs, dans leur réponse à notre commentaire, nous ont fourni la contre-argumentation suivante. L'élasticité ne peut pas être inférieure à 1, parce que lors du passage du bois de chauffe au charbon, les gens n'ont pas continué à dépenser plus d'argent sur le bois. C'est avouer que, pour eux, l'élasticité de substitution que l'on cherche à estimer dans la situation présente est la même depuis le XVIII^e siècle. Il est possible que personne ne prenne au sérieux, à la réflexion, des fonctions de production éternelles. Mais à force de ne pas dire l'évidence, à savoir le caractère approximatif d'une fonction de production, valable au mieux pendant un temps limité, certains économistes finissent par croire à l'immuabilité des fonctions de production.

Solow pour sa part ne répond pas directement à la critique de Daly. Il rappelle d'abord la démarche des économistes. Ils identifient le problème du frein à la croissance que peut provoquer la disponibilité des ressources. Les modèles permettent de rendre précises les contributions du progrès technique, de la substitution des facteurs, de l'importance des ressources dans la production. La distinction de ces facteurs engage à regarder certains types de données, comme les élasticités de substitution, les parts de la production qui reviennent aux ressources¹². Solow répond brièvement à la fin de l'article à Daly. Pour lui, l'entropie n'est pas d'une importance pratique immédiate. Enfin, le principe de conservation de la matière n'est pas incorporé dans les modèles, car il n'est pas un facteur contrôlant la croissance des économies industrielles. Solow a sans doute oublié l'importance qu'il lui attribuait dans son article de 1971.

12. La question de savoir si l'économie permet de faire de manière correcte ce type d'études se pose toujours. On en aura une illustration dans la partie 2.3.1 et dans le chapitre suivant 3, où nous traiterons en détail la signification des fonctions de production.

La question est donc toujours pendante. La seule solution paraît être de modéliser explicitement les balances de matériaux pour fournir des ordres de grandeur et permettre de contrôler des extrapolations autrement hasardeuses. Les modèles stylisés néo-classiques ne sont donc pas forcément les mieux adaptés, car la forme analytique des fonctions de production contraint les possibilités techniques sur l'ensemble des états. De plus, il faut se contenter d'étudier le moyen terme, c'est-à-dire l'horizon sur lequel on peut raisonnablement décrire le progrès technique, sinon la discussion devient métaphysique. La métaphysique est passionnante, mais les positions sont connues d'avance et peu susceptibles de changer. Avec la quantification et le moyen terme, une discussion argumentée peut s'établir.

2.2.5 *La contribution de l'énergie à la croissance*

Les débats théoriques des années 1970, suscités par le rapport du Club de Rome, étaient donc conduits dans les termes privilégiés par les économistes. Les arguments fondés sur des modèles abstraits étaient déterminants, indépendamment de toute justification empirique. En dépit de leurs défauts, directement hérités de la méthode *a priori* des économistes, ces débats avaient la vertu de se dérouler au centre de l'analyse économique. Cependant, les conclusions qui se dégagent des travaux de 1974 plaident dans le sens d'un oubli des problèmes générés par la question des ressources. La présence de ressources non renouvelables n'apporte en effet quasiment pas de changement à la théorie de la croissance standard. Du point de vue de l'analyse économique, les ressources ne sont tout simplement pas un sujet de recherche.

Les résultats de 1974 présagent donc une disparition des ressources du champ de recherche de la théorie économique généraliste. Telle semble être la situation contemporaine : à première vue, il n'y a pas de débat sur le rôle des ressources dans la science économique. Le sujet ne paraît pas traité. Un manuel de référence sur la croissance, comme celui de [Barro et Sala-i-Martin \(2004\)](#), ne mentionne jamais le rôle des ressources ou de l'énergie dans la croissance. La question est tout simplement ignorée.

Cette intuition demande à être étayée. Ce n'est pas chose aisée. On se contentera, dans un premier temps, d'une consultation des titres des articles parus dans le *Journal of Economic Growth*, depuis sa création en 1996. Ce n'est pas sans appréhension qu'un chercheur livre une hypothèse à la réfutation par l'expérience. Les résultats ont pourtant, pour cette expérience bibliographique, confirmé les hypothèses au-delà de ce qu'on pouvait imaginer. Avec trois ou quatre articles par numéro, quatre numéros par an, pas moins de 240 titres d'articles ont été vérifiés. Dans les premiers temps de la revue, la plupart des articles est consacrée au système politique, et traitent de la recherche de la « bonne gouvernance », celle qui assure la croissance. Les articles sur les facteurs démographiques sont aussi très bien représentés, dans la lignée de la théorie unifiée¹³ de la croissance ([Galer, 2005](#)). L'influence du commerce et de l'échange international est égale-

13. En anglais, *Unified Theory of Growth*. La terminologie n'est pas sans rappeler la quête d'unification des forces menée par la physique, avec ses *Grand Unified Theory* et *Theory of Everything* (théorie de grande unification, théorie de tout). Elle témoigne de la fascination obstinée des économistes pour la physique.

ment souvent discutée. Bien évidemment, les questions d'innovations techniques, de brevets, de progrès technique sont constamment traitées. L'économiste a ses marottes. Les sujets d'études peuvent être aussi assez saugrenus (on trouve par exemple un article sur l'effet des systèmes de succession). Mais en dépit de cette profusion, nulle trace de réflexions sur le rôle de l'énergie et des ressources dans la croissance. Le seul article consacré aux ressources traite de la malédiction des matières premières. Il s'agit d'expliquer pourquoi les pays avec beaucoup de ressources présentent une croissance plus faible (phénomène au demeurant controversé). Aucun article n'examine donc le rôle de l'énergie dans le processus de croissance. Le désintérêt des économistes de la croissance pour les questions de ressources est donc avéré. C'est un élément à l'appui de notre diagnostic d'une théorie économique immatérielle.

Le processus de relégation des questions matérielles paraît donc achevé. Les interactions potentiellement explosives entre consommation de ressources et croissance ne sont plus un objet d'études pour les économistes généralistes. Outre la robustesse du modèle théorique de croissance, un élément de nature, paradoxalement, empirique renforce la présomption de l'importance des ressources, et en particulier de l'énergie, dans le processus de croissance. Les économistes pensent en effet pouvoir mesurer la contribution des « facteurs de production » à la croissance. Celle de l'énergie apparaît faible.

Avec les premiers travaux de Colin Clark et Simon Kuznets de mesure de la croissance, les économistes développent une méthode pour mesurer les contributions du capital et du travail à la croissance. Ces calculs, au départ très pragmatiques et souvent spécialisés dans l'économie agricole, vont recevoir une impulsion théorique majeure avec Solow (1957). Juste après son célèbre modèle de croissance, où il utilise une fonction de production agrégée (Solow, 1956), il applique les méthodes d'analyse des contributions des facteurs pour estimer la forme d'une fonction de production. En liant les calculs des contributions des facteurs à la fonction de production, Solow va affermir¹⁴ les bases théoriques de ces calculs (Griliches, 1996). Sa méthode est toujours utilisée aujourd'hui. Nous la présentons brièvement pour pouvoir comprendre comment on s'en sert pour estimer la part de l'énergie dans la croissance.

La production Y est reliée aux quantités de facteur Q_1 et Q_2 par le biais d'une fonction de production : $Y = F(t, Q_1, Q_2)$, où la dépendance explicite dans le temps t est là pour rendre compte des mouvements dans la fonction de production indépendamment des mouvements des quantités de facteurs. La dépendance en t est nommée changement technique (*technical change*), quoique Solow (1957, p. 312) dise qu'il ne s'agit-là que d'un raccourci pour nommer tous les mouvements autonomes de la fonction de production. Le terme de changement technique ne doit donc pas être pris dans un sens substantiel, mais métaphorique. Néanmoins, l'usage de ce terme n'est pas neutre pour la compréhension que l'on se fait du phénomène ainsi nommé. On reconnaît là la liberté que le formalisme abstrait laisse aux jeux de l'évocation (cf. 1.4.3).

14. Du moins, aux yeux des économistes. La question de l'existence et de la signification des fonctions de production est traitée en détail au chapitre suivant (3).

Le but de Solow est de décomposer la croissance en mouvement autonome de la fonction de production et mouvement des quantités de facteurs. En prenant la différentielle logarithmique par rapport au temps, on obtient :

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\partial_t F}{Y} + \frac{Q_1 \cdot \partial_1 F}{Y} \frac{\dot{Q}_1}{Q_1} + \frac{Q_2 \cdot \partial_2 F}{Y} \frac{\dot{Q}_2}{Q_2} \quad (2.1)$$

Le taux de croissance de la production est ainsi fonction du taux de croissance des facteurs entrants, pondérés par leur productivité marginale. Le terme $\frac{\partial_t F}{Y}$ est appelé résidu de Solow, ou productivité générale des facteurs (ou plutôt son taux de croissance). Pour poursuivre l'estimation il faut connaître les productivités marginales des facteurs. C'est à ce niveau qu'intervient l'astuce (*wrinkle*) de Solow. Si l'on fait l'hypothèse, courante dans les travaux théoriques, que les facteurs de production sont utilisés comme si un producteur concurrentiel maximisait son profit, alors la productivité marginale sera égale au prix, de sorte que le facteur $\frac{Q_i \cdot \partial_i F}{Y}$, qui est l'élasticité de la production par rapport au facteur i , sera égal à la part de la production qui revient au facteur i (*cost-share*). Le lien entre l'élasticité de la production et la part du facteur dans le produit est parfois appelé *cost-share theorem*. En connaissant les séries temporelles des quantités et la série de la part des facteurs, et sous l'hypothèse que les facteurs sont rémunérés à leur productivité marginale, on peut estimer le résidu de Solow, ce que Solow fit dans son article de 1957. Cette méthode est appelée méthode principale (*primal*) car elle ne fait appel qu'aux quantités et aux parts des facteurs, contrairement à la méthode duale, qui fait appel aux prix et aux parts des facteurs (Barro et Sala-i-Martin, 2004, p. 435).

Cette méthode fournit le résidu année par année. Le résidu est fourni par un calcul direct effectué à partir des données. Ce n'est pas une estimation économétrique de la relation (2.1). Ce genre d'estimation est possible, mais pose de graves problèmes d'auto-corrélation entre les taux de croissance du capital et de la production.

Avec ce genre de méthodes, la part estimée de l'énergie dans la croissance est généralement très faible. En effet, malgré la croissance impressionnante de la consommation d'énergie, la part de la production qui est dépensée pour acheter de l'énergie est faible. En effet, l'essentiel de la valeur ajoutée est constitué de paiement au travail et au capital ; le paiement aux facteurs primaires, qui est constitué des rentes, est de l'ordre de quelques pourcent. De la sorte, l'élasticité de la production par rapport à l'énergie assimilée dans le raisonnement marginaliste, à la part du facteur énergie dans le PIB, est faible. Les estimations économétriques attribuent ainsi une part minuscule de la croissance à l'énergie. Ceci explique pourquoi les économistes ne considèrent pas l'énergie comme un facteur qui demande une investigation poussée pour déterminer son rôle dans la croissance économique. C'est l'argument que Denison, un des pionniers de la mesure de la croissance, formule en 1979 contre l'importance de l'énergie dans la macro-économie.

Des études économiques ont malgré tout été faites sur le rôle de l'énergie, et en particulier du pétrole, dans les cycles économiques. Mais il s'agit-là d'études sur la dynamique de court terme, où l'énergie peut avoir un rôle à cause de

contraintes de capacité ou de techniques rigides, solidifiées dans des équipements installés. À long terme, toutefois, ces contraintes disparaissent et la plupart des économistes partagent les vues de Denison. L'énergie n'est pas une question à étudier pour comprendre la croissance de long terme.

Une des questions centrales du rapport de Club de Rome, l'interaction entre les ressources et le mode de développement, ou dans une vision économiciste plus restrictive, la croissance, est ainsi évacuée. La croissance est un phénomène qui est déconnecté de sa base matérielle. On peut alors séparer les champs d'étude : la croissance appartient aux économistes généralistes, l'énergie ou les ressources appartiennent aux économistes spécialisés, des ressources ou de l'énergie.

Un symbole de cette organisation des séparations est la fable de l'éléphant et du lapin de Hogan et Manne (1977). Supposons que le secteur énergétique soit un lapin, et l'économie sans le secteur énergétique soit un éléphant. L'économie, qui est un ragoût d'éléphant et de lapin, aura-t-elle plus le goût de l'éléphant ou du lapin ? La fable met ainsi en évidence que la petitesse du secteur énergétique ne doit pas influencer sur le comportement global du système économique. Autrement dit, on peut étudier la macro-économie en tant que telle, en ne retenant que les phénomènes macro-économiques, sans se soucier des questions énergétiques. Hogan et Manne précisent la validité d'une séparation de ce type, c'est-à-dire les conditions sous lesquelles le secteur énergétique ne rétroagit pas sur les conditions macro-économiques. Ils montrent que la fable de l'éléphant et du lapin est en général justifiée, sauf lorsque l'élasticité de substitution entre le bien énergétique et le bien du secteur composite est faible.

Après le bref moment où les liens entre croissance et ressources sont discutés, suite au rapport du Club de Rome et aux chocs pétroliers, les sous-disciplines se séparent. L'économie de la croissance oublie les conditions matérielles du développement, l'économie de l'énergie, discipline appliquée, est cantonnée dans un rôle de gestion du système énergétique, l'économie des ressources, pendant théorique, se limite à un point de vue micro-économique, celui de l'allocation efficace d'une ressource rare, à la manière d'Hotelling.

Telles sont les séparations qui dominent et qui segmentent les interrogations sur les modes de développement et leurs bases matérielles. La théorie économique n'accorde pas de rôle particulier aux ressources, et en particulier à l'énergie, dans la poursuite de la croissance. Dans la vision prospective qui nous a occupés jusqu'à présent, les ressources sont un facteur parmi d'autres, et elles n'ont pas de rôle crucial. L'avenir de l'*homo œconomicus* n'est pas dépendant, comme dans la citation de Max Weber, d'une fourniture abondante de ressources ou d'énergie.

2.3 LA VISION ÉCONOMIQUE CONFRONTÉE À L'HISTOIRE

Les séparations que nous avons tracé ne sont pas pour autant absolues. Si le rôle de l'énergie dans la croissance est majoritairement ignoré, quelques économistes s'y intéressent néanmoins. Dans une première partie, on compare une approche purement néo-classique avec une approche hétérodoxe de cette question. Les deux types d'approches n'aboutissent pas à des conclusions suffisamment so-

lides. L'appel aux seuls faits économiques ne permet pas de porter de jugement sur le rôle de l'énergie dans la croissance.

Nous pouvons mieux discerner l'avenir qui nous attend, entre l'effondrement du Club de Rome et la croissance sans limites des économistes, en nous tournant vers le passé. Sur la base de travaux d'historiens, le développement économique occidental paraît au contraire marqué, lors de certains points de bifurcation, par la présence de l'énergie. Les conclusions atteintes par les historiens ne semblent pas converger avec celles des économistes.

2.3.1 *L'impuissance de l'économétrie*

Du côté de l'économie néo-classique, la question du lien entre croissance et énergie a été étudiée principalement par Dale Jorgenson. Jorgenson a travaillé au départ sur les questions de mesure de la productivité, en développant avec Zvi Griliches une approche complémentaire pour mesurer la contribution des facteurs à la croissance (Jorgenson et Griliches, 1967). Avec la crise que subit l'économie américaine dans les années 1970, il s'intéresse aux causes du ralentissement de la hausse de la productivité. Il développe pour cela une méthodologie assez complexe de mesure de la productivité et de ces changements (Jorgenson, 1981).

La première étape donne une image globale de l'économie. Elle décompose, de manière classique, la croissance en contribution du capital agrégé, du travail agrégé et croissance de la productivité (ou résidu de Solow). Jorgenson constate que le ralentissement de la croissance est attribuable au ralentissement de la hausse de la productivité. La seconde étape cherche à obtenir une image plus fine des changements à l'œuvre dans l'économie. Elle désagrége l'économie en plusieurs secteurs et calcule la contribution des facteurs (capital, travail, productivité) dans chacun des secteurs, ainsi que la part due à la réallocation des secteurs. À l'issue de cette étape, le ralentissement de la productivité n'est pas attribuable à un changement structurel de l'économie vers des secteurs à faible productivité, mais à un ralentissement de la productivité par secteur. La troisième consiste à expliquer le changement de productivité dans chacun des secteurs. Jorgenson utilise pour cela une régression économétrique pour estimer une fonction de production translog¹⁵ qui comprend le capital (K), le travail (L), l'énergie (E) et la matière (M), ou fonction KLEM (dans des versions ultérieures (Jorgenson, 1984, 1988), il sépare l'énergie en électrique et non-électrique).

Les coefficients de régression peuvent s'interpréter comme le biais du progrès technique en fonction d'un facteur. La plupart des secteurs présente un biais du progrès technique en fonction de l'énergie. Jorgenson conclut donc que la part de l'énergie dans la valeur ajoutée devrait s'accroître avec le temps et le progrès technique. Le biais du progrès technique signifie aussi qu'une hausse des prix de l'énergie pénalise la croissance de la productivité. Jorgenson explique donc la baisse de la productivité observée à partir des années 1970 par la hausse des prix de l'énergie due aux chocs pétroliers.

15. La fonction de production translog ne peut pas se décrire simplement au niveau des quantités, c'est la fonction de coût, duale de la fonction de production, qui s'exprime comme somme des logarithmes des prix.

Le même modèle économétrique est appliqué plus tard à d'autres questions, comme par exemple le coût des politiques climatiques. La mise en évidence d'un progrès technique biaisé vers l'énergie conduit à prévoir qu'une hausse des coûts de l'énergie, nécessaire pour diminuer les émissions de CO₂, pénalise la croissance future.

Le travail paraît sérieux mais il est sujet à différents problèmes. Comme souvent avec les estimations économétriques, les résultats sont fragiles. Ils dépendent beaucoup de la spécification fonctionnelle choisie, des données de base, de la période de référence. Mais le problème vient plus fondamentalement que l'on ne sait pas si l'on mesure quelque chose de réel ou si ce sont juste des calculs en l'air. Existe-t-il vraiment une chose comme le progrès technique, avec un biais constant dans une direction déterminée ? Il semblerait plutôt que le progrès technique soit le produit des conditions historiques, qu'il prenne tantôt une direction, tantôt une autre, qu'il se manifeste de façon circonstanciée. La seule intégration des prix dans une fonction translog ne peut pas neutraliser toutes ces influences. Dans ce cas, les calculs économétriques qui ne s'appliquent pas à une réalité stable ne peuvent que conduire à du non-sens.

Surtout, les estimations économétriques ne peuvent rien dire sur le sens de la causalité. Elles ne permettent pas de comprendre les mécanismes du progrès technique. Elles donnent une image du progrès technique très abstraite et complètement désincarnée. De la sorte le sens des biais révélés par l'analyse de Jorgenson ne peut pas être contrôlé par d'autres moyens, parce que ces calculs ne sont reliés à aucune réalité tangible. Ils sont donc à prendre avec d'innombrables précautions et toute extrapolation sur leur base est hasardeuse (Peters, 1997).

Jorgenson dévie de la sagesse économique conventionnelle par la bande. Il ne remet pas en cause le cadre néo-classique qui assimile l'élasticité de la production par rapport à un facteur et part de ce facteur dans la valeur ajoutée. Il peut réintroduire l'énergie dans la croissance en explorant le lien entre énergie et productivité par une équation économétrique.

Des économistes hétérodoxes suivent une voie plus frontale et contestent d'emblée le lien entre élasticité et part du facteur. C'est ainsi que procèdent les équipes autour de Robert Ayres, vétéran de l'économie écologique, et de Rainer Kümmel, un physicien converti à l'économie. C'est peu dire que leurs travaux sont marginaux au sein de l'analyse économique, quand bien même ils arrivent à être publiés dans des revues d'économie, ce qui n'est pas fréquent. Il vaut pourtant la peine de les étudier un peu, car ils sont régulièrement cités dans les ouvrages consacrés à la transition écologique (par exemple (Rifkin, 2011, p. 204-205)). Il s'agit donc de comprendre ce qu'ils apportent.

Le premier point est la critique de l'argument de Denison, qui relie l'élasticité à la part des facteurs de production dans le revenu. Tout d'abord, il est douteux que la part du facteur dans la production représente vraiment l'importance de ce facteur. Si l'on considère les produits agricoles, la part de l'agriculture dans le PIB n'est que de quelques pourcent. Pourtant, on ne peut dénier que cette part minime de la production est d'importance capitale, car c'est elle qui permet à tous les agents de l'économie de vivre (Ayres et Warr, 2009, p. 154-156). La manière dont il faut comprendre la signification de la part des facteurs est donc sujette à caution. Probablement, la manière de représenter la production comme

la combinaison de facteurs substituables est à la source du problème. Cette représentation néglige les consommations intermédiaires, les relations intersectorielles et donc les mécanismes de propagation dans le circuit économique.

Acceptons pour l'instant de représenter la production par une fonction de production. Le raisonnement de Denison suppose que tout se passe comme si les facteurs étaient rémunérés à leur productivité marginale. Il s'agit là d'une hypothèse que l'on peut remettre en question car on ne peut l'étayer directement. En effet, comme il est impossible d'observer la productivité marginale agrégée d'un facteur de production, il s'agit plus d'un postulat que d'une hypothèse dont on peut contrôler les conditions d'application. La raison avancée en défaveur de cette hypothèse est l'exigence de contraintes techniques. Ces contraintes techniques sont le degré d'automatisation de la production et le degré d'utilisation des capacités (Kümmel et al., 2010; Lindenberger et Kümmel, 2011). Lorsqu'existent des contraintes techniques, la productivité marginale d'un facteur n'est plus égale au prix, mais au prix plus un pseudo-prix qui représente le coût implicite de la contrainte technique. De la sorte, les prix n'ont plus de rapport avec les productivités marginales. L'abandon de l'argument de Denison suppose tout de même que les contraintes techniques soient à chaque instant actives, ce qui est possible mais demande aussi à être étayé. Si les contraintes techniques ne sont pas saturées, le prix devrait à nouveau être égal à la productivité marginale.

Une autre raison avancée pour expliquer la faible part de l'énergie est l'existence d'externalités (Kumhof et Muir, 2012). L'usage de l'énergie aurait des externalités positives car elle permettrait l'usage d'un grand nombre de techniques. En présence d'externalités positives, le producteur de bien final qui choisit les facteurs choisira une quantité moindre d'énergie, car il ne prend pas en compte toute la contribution de l'énergie dans la production. De la sorte, la part qui revient à l'énergie dans le produit est plus faible que sa contribution réelle à sa production. Cela signifie deux choses. D'une part que les producteurs de l'énergie ne peuvent pas s'approprier toute la contribution positive de l'énergie dans la production. Le prix payé au producteur de l'énergie pourrait donc être plus cher. D'autre part, cela signifie également que, le prix étant ce qu'il est, l'optimum social demanderait que l'on utilise plus d'énergie que ne le font les producteurs privés, qui n'internalisent pas l'externalité positive. Une conclusion assez étrange, nous semble-t-il.

La partie constructive des estimations de la contribution de l'énergie à la croissance se fait avec l'aide d'une fonction de production inhabituelle, la fonction de production Linex, due à Kümmel dans un article de 1982. Il s'agit d'une fonction de production dont les élasticités de substitution ne sont pas constantes. Au lieu de partir d'une forme fonctionnelle donnée, Kümmel a posé des élasticités de substitution, puis il a intégré les relations pour obtenir la fonction de production Linex (Kümmel et al., 2010, p. 165-166). Celle-ci est linéaire en l'énergie et exponentielle en les facteurs de production. Pour mémoire, elle s'écrit sous la forme, en fonction des paramètres A , α et c :

$$Y = A.E \exp\left(-\alpha \frac{L+E}{K} + \alpha c \frac{L}{E}\right)$$

À partir de cette fonction de production, on peut identifier deux types de travaux empiriques, autour de Kümmel ou d'Ayres. Les premiers (Kümmel et al., 2002, 2010 ; Lindenberger et Kümmel, 2011) estiment économétriquement la fonction Linex sur les données de trois pays (États-Unis, Japon, Allemagne fédérale). Ils trouvent une assez bonne approximation statistique. Cependant, ils ne prennent pas des coefficients α et c constants mais des coefficients qui suivent une loi logistique. Cette évolution logistique des coefficients est censée représenter l'évolution de la créativité. Or on se demande si supposer une tendance d'évolution exogène n'est pas déjà se donner une partie de la réponse. De la sorte, il paraît difficile de conclure quoi que ce soit du bon accord trouvé entre l'estimation économétrique et la forme de la courbe Linex. De plus les coefficients varient entre les pays étudiés, sans que l'on puisse relier les variations de ces coefficients à des éléments tangibles dans la structure industrielle de ces pays. Les résultats ont donc une interprétation incertaine.

Les seconds travaux empiriques ont été conduits par Ayres et Warr (2005, 2009) avec un travail de collecte de données statistiques en amont, sur les quantités d'énergie utilisée ainsi que sur l'efficacité énergétique des appareils utilisés. Ils reconstituent ainsi des séries d'énergie utilisée (de manière technique, l'enthalpie ou l'exergie, une mesure de la qualité de l'enthalpie). La calibration d'une fonction de production à partir des séries de travail, capital ou énergie ne permettent pas de redonner la série de production sans ajouter une tendance externe de productivité. En effet, le PIB croît plus vite que les trois facteurs entrants. Ayres et Warr cherchent donc un nouveau facteur de production. À la place de l'énergie, ils considèrent le travail utile, qui est l'énergie utilisée dans le processus multipliée par l'efficacité des convertisseurs. En fait seul le travail utile importe pour le processus économique, et ce facteur est donc un facteur plus pertinent. Ils estiment alors la fonction de production Linex en prenant pour trois facteurs : le travail, le capital et le travail (énergétique) utile. Dans ce cas l'approximation est remarquablement exacte et ne nécessite pas l'ajout de tendance de productivité. Là où Kümmel et consorts introduisaient des coefficients variables, Ayres et Warr arrivent à approcher la production avec uniquement deux coefficients constants. La performance semble être remarquable. Selon leurs conclusions, la véritable fonction de production du système économique est donc la fonction de production Linex avec travail, capital, travail utile. Le progrès technique identifié par cette analyse est donc essentiellement le progrès technique d'efficacité énergétique, qui permet d'obtenir plus de travail utile à partir de la même quantité d'énergie. Cependant le bon résultat de l'approximation semble dépendre du fait que le travail utile croît plus vite que la production. Nous suspectons que l'introduction de n'importe quelle série croissant plus vite que le PIB, à côté du capital et du travail, permettrait d'approcher correctement, avec la fonction Linex, la série de la production.

En conclusion, nous ne savons que penser de ces travaux. Quel sens peuvent bien acquérir des régressions statistiques qui donnent des résultats différents en fonction de la forme fonctionnelle choisie (Cobb-Douglas chez les économètres standards, Linex chez Kümmel) ? Peut-être que l'identification des coefficients a plus de rapport avec les propriétés statistiques des séries employées qu'avec

le fonctionnement véritable de l'économie. Les résultats seraient pour partie des artifices numériques (cf. 3.3.3).

Il semble de plus qu'il y ait une confusion dans le statut des résultats auxquels parviennent les économistes qui cherchent à mesurer les contributions des facteurs à la croissance. Les travaux de *growth accounting* ne cherchent pas à mesurer les sources de la croissance, mais uniquement les contributions comptables des facteurs (Barro et Sala-i-Martin, 2004, p. 457-460). La décomposition de la croissance en la contribution de différents facteurs permet seulement de répondre à la question : quelle aurait été la croissance si le taux de croissance de tel facteur avait été ce qu'il est mais si les autres avaient été nuls ? Cette question n'est pas la même que : quelle est la source de la croissance ? Dans un modèle de Ramsey avec progrès technique exogène, à l'état régulier, la seule source de croissance est le progrès technique. La décomposition de la croissance fait pourtant apparaître une contribution du capital. En effet, le capital répond au progrès technique par une nouvelle accumulation. Si cette accumulation n'avait pas eu lieu, le taux de croissance aurait été plus faible, comme le relève la décomposition comptable. Pourtant la seule cause de la croissance est le progrès technique.

Si les études qui ne présupposent pas l'identification des élasticités à la part des facteurs montrent une plus grande contribution comptable de l'énergie dans la croissance, elles ne sont, pas plus que les études économétriques, capables d'identifier les sources de la croissance. Dans son dernier livre (2000), Zvi Griliches, une des références de l'analyse de la croissance et de la productivité, remarquait que les méthodes économiques de décomposition des contributions des facteurs à la croissance ne permettent pas de connaître ce qui fait croître ces facteurs. Pour cela, il suggérait de revenir à l'histoire :

Real explanations will come from understanding the sources of scientific and technological advances and from identifying the incentives and circumstances that brought them about and that facilitated their implementation and diffusion. Explanation must come from comprehending the historical detail from finding ways of generalizing (modeling ?) the patterns that may be discernible in the welter in it. This leads us back to the study of the history of science and technology and the diffusion of their products, a topic that we have left largely to others. But if we want to understand better what we are talking about, where technical change is actually coming from, we will need to study history. (in Diamond, 2004, p. 388)

Ce rapide panorama de l'analyse des contributions de l'énergie à la croissance a montré le peu d'intérêt qu'avaient les économistes pour cette question. Des économistes, néo-classiques ou hétérodoxes, se sont bien emparés de ce thème, avec des méthodes et des conclusions très différentes, mais la fiabilité des résultats est difficile à juger. Les travaux économétriques semblent inadaptés pour élucider les liens entre développement et énergie. Ils se situent à un niveau trop agrégé et trop comptable pour nous éclairer, tout comme ils ne peuvent renseigner sur les sources de la croissance.

On retrouve donc les travers déjà identifiés dans les travaux des économistes théoriciens, avec l'étude du modèle AABH. La description conventionnelle du

processus économique ne donne pas de prise sur ses éléments réels : les symboles mathématiques représentent des abstractions dotées d'une vie autonome. Quand les économistes de la croissance parlent d'agents économiques comme les « chercheurs », c'est dans un sens métaphorique qu'il ne faut pas prendre au sérieux. Comme les forces économiques des modèles ne sont en rien rattachées à des acteurs sociaux, le modèle est coupé de toute réalité, il ne peut rendre intelligible le processus économique réel. Suivant les conseils de Griliches, nous quittons dorénavant ces terrains désincarnés et nous tournons vers l'histoire.

La relative absence du thème énergétique dans les recherches des économistes, en particulier de la croissance, contraste avec les travaux récents d'histoire économique sur les origines de la croissance. Une toute autre perspective émerge, où les ressources minérales, et en particulier énergétiques, jouent un rôle considérable. À l'opposé des économistes, les historiens semblent accorder un poids croissant aux facteurs énergétiques, en particulier dans la révolution industrielle.

La vision plus ample des historiens met également en évidence l'ensemble des transformations qui accompagne le développement. La croissance de la productivité est un élément d'un ensemble de faits sociaux que l'on ne peut pas facilement séparer. Derrière la croissance de la productivité, il y a certes des innovations techniques, des nouvelles sources d'énergie. Mais il y a aussi et peut-être surtout des changements sociaux. La croissance économique est inséparable du développement d'une société, qui transforme les structures sociales. Nous avons donc affaire à des interactions complexes qui touchent la société toute entière, dans toutes ses instances.

2.3.2 *Révolution industrielle et énergie*

La révolution industrielle a fait couler beaucoup d'encre. Il n'est pas question de broser même un rapide panorama des débats historiographiques sur la révolution industrielle. Nous souhaitons uniquement donner quelques points d'ancrage, pour à la fois préciser les contours du phénomène et montrer l'évolution des recherches historiques sur la question. La révolution industrielle est un processus capital pour le développement occidental, elle déclenche une mutation profonde des structures économiques.

Les bouleversements entre l'Ancien Régime et le monde moderne nous paraissent rétrospectivement comme une évidence. Même si l'on ne sait pas forcément dater, périodiser, délimiter, personne ne nie l'existence de changements considérables qui se sont opérés dans les systèmes économiques au cours des XVIII^e et XIX^e siècles. Même si le terme fait débat, la révolution industrielle est incontournable pour saisir l'ampleur des transformations sociales et économiques qu'a vécu l'Occident, passage que l'on décrit souvent en termes économiques comme le passage d'une économie de stagnation à une économie de croissance.

Pourtant, les grands économistes de la fin du XVIII^e au début du XIX^e, période charnière pour l'Angleterre, Adam Smith et David Ricardo avant tout, semblent ne pas avoir eu conscience des transformations profondes en cours. Ils percevaient bien une prospérité accrue, mais rien qui ressemblât à une rupture, à un passage à une croissance indéfinie. De manière révélatrice, ils concevaient cette

amélioration des conditions comme temporaire (Wrigley, 2010, Chap. 1, 2). La hausse des pressions sur la terre devait arrêter la croissance de la prospérité générale (cf. 2.1.1).

Dans la prise de conscience d'une rupture économique entre le monde agricole de l'Ancien Régime et le monde industriel qui vient, Karl Marx joue un grand rôle. Il voit les transformations à l'œuvre en Allemagne. Ses premiers textes (1842) portent sur les bouleversements du système légal, à l'occasion de la criminalisation du glanage du bois (Vilar, 1973). Dans le cas des forêts, cette redéfinition des droits de propriété, même si elle allait dans le sens de la modernisation, était plutôt l'aboutissement de l'intervention étatique pour accaparer les forêts que la conséquence précoce de l'industrialisation (Warde, 2006). Dans le *Manifeste du Parti Communiste*, Marx et Engels ont décrit dans des termes enflammés les bouleversements qu'ils attribuent à la bourgeoisie :

La bourgeoisie ne peut exister sans révolutionner constamment les instruments de production, ce qui veut dire les rapports de production, c'est-à-dire l'ensemble des rapports sociaux. Le maintien sans changement de l'ancien mode de production était, au contraire, pour toutes les classes industrielles antérieures, la condition première de leur existence. Ce bouleversement continu de la production, ce constant ébranlement de tout le système social, cette agitation et cette insécurité perpétuelles distinguent l'époque bourgeoise de toutes les précédentes. Tous les rapports sociaux, figés et couverts de rouille, avec leur cortège de conceptions et d'idées antiques et vénérables, se dissolvent ; ceux qui les remplacent vieillissent avant d'avoir pu s'osifier. Tout ce qui avait solidité et permanence s'en va en fumée, tout ce qui était sacré est profané, et les hommes sont forcés enfin d'envisager leurs conditions d'existence et leurs rapports réciproques avec des yeux désabusés.

Marx interprète théoriquement la rupture décrite comme le passage du mode de production féodal au mode de production capitaliste, caractérisé justement par le bouleversement perpétuel des conditions, ce qui n'est pas sans annoncer la destruction créatrice de Schumpeter¹⁶.

Les raisons du passage du mode féodal de production au mode de production capitaliste sont assez compliquées chez Marx et ont fait couler beaucoup d'encre chez les marxologues. Il s'agit d'ailleurs de la seule transformation de système économique que Marx ait traitée en profondeur. Sans entrer dans les détails, Marx associe forces productives (ce qu'on appelle aujourd'hui la technique) et rapport de production (ce qu'on peut qualifier d'institutions). Dans ce passage, Marx fait jouer un grand rôle au mouvement des *enclosures*, qui chassent les

16. On comparera la citation précédente avec celle-ci : ce « processus de mutation industrielle [...] révolutionne incessamment de l'intérieur la structure économique, en détruisant continuellement ses éléments vieillis et en créant continuellement des éléments neufs. Ce processus de *Destruction Créatrice* constitue la donnée fondamentale du capitalisme : c'est en elle que consiste, en dernière analyse, le capitalisme et toute entreprise capitaliste doit, bon gré mal gré, s'y adapter. » (Schumpeter, 1942, p. 116-117) Là où Marx et Engels analysent des bouleversements socio-économiques, Schumpeter se limite aux transformations de l'appareil productif. À ce détail près, la vision de la dynamique est la même.

paysans de leur terre et les transforment en travailleurs salariés. Le travailleur doit d'abord être réduit à la misère et séparé de ses moyens de production pour que sa force de travail soit vendue sur un marché. Le salariat est une nécessité pour que se mettent en place l'exploitation du travailleur et l'extorsion de la plus-value. L'autre condition est la concentration des moyens de production. C'est le problème délicat de l'accumulation primitive. Marx le résout en l'attribuant à la violence, au pillage, à l'accaparement des richesses, en particulier des richesses coloniales, ce qui ne va pas sans poser quelques problèmes de cohérence au matérialisme historique (Schumpeter, 1942, p. 32-37).

Dans les années 1880, la coupure paraît bien tranchée et évidente. Dans une série de conférences, Arnold Toynbee va populariser le terme de révolution industrielle¹⁷. De plus, contrairement au pessimisme qui animait encore les classiques, la croissance de la production paraît dorénavant aller de soi. Toynbee prend la croissance comme une donnée qui doit aider à résoudre le problème de la pauvreté et de l'inégalité sociale (Wrigley, 2010, p. 48-50).

Il faudrait étudier plus en détail toute la période de la fin du XIX^e à la première moitié du XX^e siècle, et en particulier les travaux de l'École historique allemande. Faute de temps, cela est laissé pour des recherches ultérieures. On connaît cependant les thèses de Weber ou celles de Werner Sombart, qui insistent sur les dépenses somptuaires des aristocrates. Il serait très intéressant de connaître mieux les études sur la croissance que font les économistes de cette période. Les économistes sont encore très proches des historiens. Cela nous renseignerait sur leur façon de concevoir le développement économique et la croissance à une époque charnière où le progrès économique n'a pas empêché des catastrophes comme la Première Guerre mondiale. Il semble de toute façon que, sur ce point, l'analyse économique était entrée dans une période de latence. Après les interrogations des classiques sur l'état stationnaire, le tournant néo-classique a focalisé les économistes sur l'étude de l'équilibre. La croissance n'est plus vraiment une question. Dans la sillage de la grande dépression, la mise en place des comptabilités nationales, les politiques keynésiennes et l'économie de guerre, elle resurgit dans l'après-guerre (Hicks, 1966).

Dans les années 1930, les premières études statistiques sur la croissance, avec les travaux de Colin Clark et de Simon Kuznets (1973), rendent évidentes et mesurables le phénomène de croissance de la production. Cela encourage après-guerre les recherches sur le processus de croissance qu'ont connu l'Europe et les États-Unis. À cela s'ajoute le développement des anciens pays colonisés, objectif politique rapidement incontournable. Le succès du plan Marshall doit pouvoir être réitéré. Dans cette période de guerre froide, le sous-développement des pays pauvres devient un enjeu pour les deux grands, qui doivent montrer qu'ils sont les plus à même d'y répondre.

17. Si l'on crédite Toynbee pour l'invention du terme, celui-ci se trouve déjà chez Marx, mais surtout dans les écrits politiques français des années 1820-1840. La comparaison avec la Révolution française suggère naturellement le terme de révolution pour mentionner la transformation et la mécanisation de l'industrie. Mais ce terme est plus une emphase grandiloquente qu'une véritable description (Bezanson, 1922).

De cet ensemble de questions, vont naître les champs spécialisés de l'économie du développement (Hirschman, 1981a) et des théories de la croissance. Au moment où l'économie bifurque dans la voie théorique, à la fin des années 1950, un ouvrage va marquer les réflexions historico-économiques sur la croissance et la révolution industrielle : *The stages of growth* (1960). Rostow conçoit son ouvrage comme une réponse aux théories de Marx sur le développement économique, son sous-titre est même *A non-communist manifesto*. Rostow propose une théorie du développement en cinq stades. Il insiste avant tout sur le rôle des élites économiques, sur l'épargne, sur le progrès technique. Il parle surtout d'une phase de décollage. Ce décollage devient un symbole de la façon dont on conçoit la révolution industrielle : une stagnation depuis des temps immémoriaux, assortie éventuellement de quelques fluctuations malthusiennes, dues à une surpopulation ou des pénuries alimentaires, puis un décollage et enfin une montée brusque, qui ne s'arrête plus une fois enclenchée. Rostow se concentre sur les facteurs institutionnels, sur le système légal, voire sur des facteurs culturels ou comportementaux. Une bonne partie de la recherche en économie est encore marquée par ses théories. Il y a toujours cette représentation implicite qu'il y a un bon système légal, politique, une bonne « gouvernance », qui assure les droits de propriété, qui récompense l'innovation, et que la mise en place de ce système légal suffit à déclencher la croissance. Le déterminisme des pré-conditions chez Rostow se retrouve de manière sous-jacente encore aujourd'hui dans de nombreux travaux économiques.

Sans contester le décollage (*take-off*), dont il fait, sous le nom de grande bouffée (*great spurt*), une caractéristique de l'industrialisation, Gerschenkron (1962b) critique le concept historique de « prérequis à l'industrialisation ». Le chercheur étudie l'économie d'un pays avancé, par exemple l'Angleterre, et y découvre un certain nombre de traits caractéristiques de cette économie, puis il fait de ces traits des « prérequis à l'industrialisation ». Or ces prétendus prérequis sont tout autant des effets que des causes de l'industrialisation. Ils sont indissociables de l'industrialisation, et l'analyste ne peut les dissocier en tant que traits antérieurs dont découlerait l'industrialisation. De plus, chaque pays n'est pas condamné à repasser par les mêmes phases que l'Angleterre. Le simple fait de l'existence d'un pays avancé change les conditions d'industrialisation des pays « suiveurs », par la disponibilité de la technique et par l'accès au capital étranger. L'histoire de l'industrialisation des pays européens retardés n'est pas celle d'un remplissage progressif de conditions préalables.

Selon les études de A. Gerschenkron sur le développement industriel dans un contexte de retard, les pays retardés substituent ces « prérequis » manquants par des institutions spécifiques. À cause de la rareté du capital pour l'industrialisation de la France, les frères Pereire inventent ainsi le crédit immobilier, banque qui finance les investissements de long terme, alors que les banques anglaises fournissent du capital à court terme. Dans un contexte encore plus retardé, l'Allemagne finance son industrialisation par des banques universelles, qui combinent les investissements de type crédit immobilier avec les activités de court terme des banques commerciales. En Russie, l'industrialisation est financée essentiellement par l'État. Ainsi, « the industrial history of Europe appears not as a series of mere repetitions of the "first" industrialization but as an orderly system of graduated

deviations from that industrialization. » (Gerschenkron, 1957, p. 44) Face à cette complexité des situations historiques, qui ne rentre d'ailleurs pas toujours dans son schéma (Gerschenkron, 1962a, p. 361-364), A. Gerschenkron (1962a, p. 355) raille l'idée que « le processus d'industrialisation s'est répété de pays en pays, chacun se traînant pesamment au rythme pentamétrique » de Rostow.

L'historien Pierre Vilar (1961) démonte également les hypothèses simplistes sur lesquelles le système de Rostow repose. Rostow cherche une alternative au schéma de développement de Marx, mais il ne parvient pas à définir la société traditionnelle autrement que négativement, par l'absence de croissance. Rostow n'explique rien mais fait des listes de conditions nécessaires. Or les pré-conditions ne sont pas des facteurs explicatifs, car elles peuvent être réunies dans des formations sociales sans que la croissance ne s'enclenche. Surtout, Vilar trouve ce système bien moins fécond pour une recherche heuristique que celui de Marx. Derrière les propensions à épargner, à innover, à consommer, il y a des luttes sociales qui mettent en mouvement la formation sociale. À la première conférence internationale d'histoire économique de Stockholm, il propose lui-même un programme d'études historiques sur la croissance qui éviterait ces écueils (Vilar, 1960). Il semble que ce programme exprime la position de l'école française d'histoire économique, menée par Labrousse (Mazauric, 2004). Cette méthode de recherche extrêmement détaillée n'a pas eu de postérité chez les économistes.

L'idée d'un décollage brusque et rapide perd de sa force dans les années 1970. À mesure que les historiens étudient les débuts de la révolution industrielle, ils voient émerger un processus très graduel d'industrialisation. C'est le phénomène de proto-industrialisation : une prolifération d'artisans et de petites fabriques, que l'on retrouve aussi bien dans les campagnes que dans les villes européennes. Avant la révolution industrielle proprement dite, il existait donc déjà des changements de la production. Le mouvement apparaît continu bien plus que heurté, tant et si bien que l'on se demande même si il y a eu une rupture. Cameron (1982) demande à ce que le terme même de révolution industrielle soit abandonné, car il ne correspond à aucune théorie historique. Mais le terme semble malgré tout remplir une fonction dans l'imaginaire collectif. Surtout le terme de révolution industrielle est favorisé par ceux qui voient en premier lieu le développement de l'industrie cotonnière, avec les deux innovations d'Arkwright et Crompton sur le métier à filer, en une décennie (1769 et 1779). Or les transformations économiques importantes sont plutôt à mettre au crédit de la métallurgie et du charbon, transformations qui s'étalent sur plus d'un siècle (Cameron, 1985). Finalement, la croissance de l'économie britannique au cours du XVIII^e siècle est revue à la baisse lors de nouvelles estimations (l'indice de Crafts et Harley remplace celui de Deane et Cole, qui montrait une accélération de la croissance autour des années 1800). De la sorte, le point d'arrivée étant le même, si la croissance est beaucoup moins forte au XVIII^e, l'économie britannique apparaît plus riche à la fin du XVII^e.

Dans les années 1990, l'historien Jan de Vries (2008) reprend dans le contexte européen un concept forgé par l'historien japonais Hayami. Hayami opposait la voie de développement de l'Europe, intensive en capital et en ressources (la révolution industrielle) à celle du Japon, intensive en travail (la révolution industrielle). De Vries met l'accent sur une révolution industrielle en Europe de

l'Ouest (Pays-Bas, Angleterre, France dans une moindre mesure) depuis la fin du xvii^e. La révolution industrielle n'est pas la cause de la révolution industrielle, mais elle est le contexte sans lequel cette dernière n'aurait pu avoir lieu.

La principale caractéristique de la révolution industrielle est un travail accru de la part des populations, dans un contexte de baisse ou de stagnation des salaires réels. Dans les schémas marxistes, cet accroissement du temps consacré au travail serait expliqué par une mise au travail des populations, provoquée soit par la discipline de la fabrique (Thompson, 1967), soit par l'appauvrissement et la prolétarianisation consécutive aux *enclosures* et à la baisse des salaires réels. Pour de Vries, ces explications sont téléologiques, et reviennent à attribuer des besoins au capitalisme. Dans ce genre de schéma, les décisions des individus ne sont pas indépendantes et ne font qu'exprimer les contraintes de la structure économique.

De Vries privilégie une explication où les ménages agissent volontairement, où ils deviennent de véritables acteurs de leur vie. En effet, le travail supplémentaire ne peut pas s'interpréter comme une réponse à la pauvreté et à la faim car la part des revenus consacrés à l'alimentation n'augmente pas, voire baisse. En revanche, la révolution industrielle s'accompagne d'une consommation de toute une nouvelle gamme de marchandises : montres, vaisselle, vêtements. De Vries interprète la révolution industrielle comme une offre accrue de travail des ménages pour augmenter leur acquisition de ces marchandises. Les préférences des ménages changent et se dirigent avant tout vers des biens qui apportent du confort domestique. Les ménages réduisent leur production domestique et lui substituent des consommations prises en public, vecteurs d'une nouvelle sociabilité. Comme ces nouvelles formes de consommation fonctionnent en bloc, l'une appelant l'autre, on assiste au cours des xvii^e–xviii^e à une réorientation globale de la demande des ménages et non à une série d'ajustements marginaux.

À des explications structuralistes ou systémiques, de Vries préfère un changement volontairement effectué par les ménages. Cela ne fait que repousser la recherche de la cause. Car ce changement volontaire demande à être expliqué. Pourquoi les ménages changent-ils leurs formes de consommation ? La question se pose pour chacun des changements identifiés par de Vries, que ce soit pour la révolution industrielle, pour la formation, au xix^e, du type de ménage où l'homme travaille et la femme reste au foyer, ou pour la seconde révolution industrielle à partir des années 1970. À chaque fois, on ne comprend pas pourquoi les ménages préfèrent la production domestique ou la production marchande.

En vérité, de Vries essaie d'expliquer les changements dans les préférences des ménages par la théorie économique du ménage de Gary Becker. Ce mouvement intellectuel est à l'inverse de celui de Griliches. Alors que l'économiste Griliches pensait se tourner vers l'histoire pour comprendre le processus de création et de diffusion du progrès technique, l'historien de Vries fait appel à une théorie économique pour expliquer un changement profond dans la demande de biens économiques. Il est important pour notre propos de savoir si la théorie économique peut rendre compte d'un changement historique et comment. Le statut de l'explication nous intéressera particulièrement.

Cette tentative de donner une charpente plus solide à l'explication l'affaiblirait plutôt. Le passage par la théorie de Becker ne fait que mettre des mots sur du vide, comme tout ou presque qui se réfère au modèle formel, indéterminé, de

maximisation de l'utilité (cf. 6.2). Pour Becker, le ménage optimise les moyens qu'il a à sa disposition, essentiellement le temps, pour parvenir à la production d'un maximum de biens Z, qui sont les biens ultimement consommés par les ménages. Pour produire ces biens Z, les ménages ont recours à des techniques de consommation. En fonction de ces techniques de consommation, les ménages allouent leur temps plutôt au loisir pour consommer les biens, plutôt au travail sur le marché pour acheter des biens, plutôt au travail domestique pour transformer les biens achetés en biens Z. Pour impressionnante que puisse être cette théorie, elle ne dit rien tant qu'elle ne précise pas ce que sont les biens Z, tant qu'elle ne lève pas l'indétermination du modèle formel. Si les biens Z et les techniques de consommation ne sont pas précisés, on peut toujours faire comme si les ménages s'adaptaient à des techniques nouvelles de consommation pour produire optimalement les biens Z. Mais ce ne sont là que des *just so stories* si fréquentes en économie (cf. 1.1.4).

Autrement dit, dans le cas étudié par de Vries, on peut imaginer des biens Z et des techniques de consommation qui permettent à la théorie de Becker de s'appliquer. Mais ces biens Z et ces techniques de consommation seraient alors le produit de la recherche historique et non une source d'explication. Ils n'apparaissent pas, même sous forme de traces, dans le matériel historique mais seraient une construction de l'historien qui voudrait donner une chair à la théorie de Becker. Les biens Z et les techniques de consommation sont des appendices de la théorie : complètement formels, ils peuvent s'adapter à loisir à toute situation, mais la théorie de Becker ne peut rien nous apprendre sur la situation historique. On peut choisir de préférer ce langage des choix, pour des raisons idéologiques, à un langage du système, mais cela n'apporte aucune clarification sur le fond. Lorsque de Vries (2008, p. 122) s'exprime ainsi : « the consumer demand of this era [xviii^e siècle] was associated with a broadened *choice* in the selection of "consumer technologies" where by the ultimately consumed "Z-commodities" wrought by various socioeconomic groups could be produced. », on se demande ce que l'on a gagné à passer d'une explication systémique à une explication en termes de *choix* où les moyens choisis et les buts poursuivis sont aussi vagues que des techniques de consommation ou des biens Z. D'autant plus qu'il est impossible de donner des exemples concrets de telles chimères.

Pour être impartial, il faut admettre que de Vries donne un (unique) exemple précis de biens Z, la santé, suivant les travaux de Joel Mokyr. Bizarrement, ce facteur n'est pas mobilisé pour expliquer la révolution industrielle du xviii^e siècle, mais il jouerait pour le passage au ménage « homme au travail, femme au foyer » à partir de 1850. Les ménages recherchent ultimement la santé. La femme rend le logis propre par son travail au foyer, la propreté domestique est un moyen de produire la santé pour le ménage (de Vries, 2008, p. 190-196). Lors de la seconde révolution industrielle, à partir des années 1970, les antibiotiques, qui neutralisent les germes *a posteriori*, rendent moins cruciale la propreté domestique, qui les neutralisent *a priori* (de Vries, 2008, p. 262-263). La spécialisation de la femme dans le travail domestique surproduit la propreté pour le niveau de santé désiré ; elle peut donc se consacrer à d'autres choses, et notamment le travail à l'extérieur du foyer. On reste dubitatif devant ce genre d'explication. Comme nous l'avons déjà remarqué (cf. 1.1.4), la présomption se substitue à la preuve.

L'explication n'est vraisemblable que parce qu'on s'est habitué à l'idée d'agent optimisateur et connaissant parfaitement les avantages et les inconvénients de leur actions. Dans ce cas précis, cela suppose que les ménages savent quantifier combien la propreté et l'hygiène leur rapportent, comparativement au travail salarié. L'explication par les biens Z n'est reliée à aucun processus cognitif plausible. Bien sûr, on peut facilement moquer cette interprétation littérale en se réfugiant derrière la clause du « tout se passe comme si ». Mais si cette clause permet de protéger la théorie, elle interdit dans le même temps de prendre la théorie pour une explication du choix véritable effectué par les agents historiques. La théorie de Becker n'apporte donc rien à la compréhension de l'action des agents dans leur contexte ; elle n'est qu'une rationalisation *a posteriori* d'un changement historique.

De plus, l'appel à la théorie de Becker comporte une bizarrerie. Toute la force de l'explication repose sur une fonction d'utilité des ménages *constante* en termes de biens Z. Dans l'explication pré-beckérienne, la demande des marchandises se modifie parce que la fonction d'utilité des ménages en termes de ces marchandises change. Dans la théorie beckérienne, les changements de la fonction d'utilité ne sont que des apparences. La fonction d'utilité en termes de marchandises paraît variable parce qu'en réalité les agents ne recherchent pas directement les marchandises mais les biens Z. Ces biens Z sont produits à partir des marchandises selon des technologies de consommation. Ce qui apparaît comme un changement de l'utilité des ménages est en fait la réaction (optimale) des ménages à de nouvelles techniques de consommation pour une utilité de biens Z inchangée. Il n'y a en fait pas de changement des aspirations des ménages, ceux-ci désirent toujours les mêmes biens Z de la même façon, mais une réaction des ménages à de nouvelles techniques de consommation.

Il est assez étonnant qu'un historien, pour expliquer un changement important, fasse appel à la constance d'une mystérieuse fonction d'utilité en termes de biens Z. Autrement dit, un changement historique, aussi profond que celui d'une naissance de la consommation marchande, s'explique par la réaction optimale d'une essence immuable, l'utilité des ménages en termes de bien Z. À une époque de profonds bouleversements, la fonction d'utilité des ménages resterait identique à elle-même, telle un roc éternel. Les aspirations profondes des ménages resteraient exactement les mêmes. Est-ce crédible quand on connaît les changements de cette période, en particulier religieux, qui touchent l'intimité des personnes ? De notre côté, nous préférons retenir le nouveau statut de la consommation à partir de la fin du xvii^e siècle. Débarrassées du cadre de Becker, les analyses pénétrantes de de Vries sur le nouvel univers des objets s'accordent parfaitement avec la reconfiguration des rapports sociaux de cette époque, dont nous reparlerons au dernier chapitre (7).

2.3.3 *Le passage à une économie minérale*

De notre point de vue, l'historiographie des années 2000 consacre l'énergie et le charbon comme facteurs majeurs de la révolution industrielle. Il ne faut pas prendre nécessairement cela comme une réfutation des thèses précédentes, qui sont autant d'éclairages pertinents de ce phénomène complexe et multifactoriel

qu'a été la révolution industrielle. Il serait absurde de vouloir la réduire à une seule cause. Les thèses que nous présentons maintenant ne sont donc pas contradictoires avec les précédentes, elles les complètent plutôt en insistant sur un point crucial.

Parmi les nombreux facteurs invoqués pour expliquer la révolution industrielle (sécurité juridique, esprit scientifique, prémices d'une société de consommation), Anthony Wrigley (2010) choisit d'insister sur la disponibilité de l'énergie et son usage. L'énergie n'est pas le moteur de la croissance, mais l'accès au charbon a permis à la croissance de se poursuivre. Sans le passage au charbon, la croissance se serait arrêtée, comme le pensaient les classiques.

Toutes les économies depuis le néolithique étaient des économies organiques, qui ne dépendaient que des produits de la nature, de la photosynthèse due à la croissance des plantes. Cela entraîne des limites physiques et biologiques à leur taille. Les économistes classiques (Ricardo) avaient bien compris le fonctionnement des économies organiques : les rendements décroissants du facteur terre devaient toujours conduire à limiter le rendement du capital. Par une ironie de l'histoire, ils ont formulé cette théorie au moment même où l'économie s'échappait des contraintes organiques. On peut reformuler l'intuition des classiques en disant que l'énergie produite par une économie organique est limitée par les cycles naturels (production primaire nette des écosystèmes dans l'année). La disponibilité en énergie limite surtout les industries transformatrices, dont le bois est la principale source de chaleur. Si la forêt avait occupé la moitié de la surface de la Grande-Bretagne, elle n'aurait pu produire (de manière soutenable) que 1,25 millions de tonnes d'acier par an. La production au début du ^{xx}e siècle atteignait les 10 millions de tonnes. Les limites de l'économie organique n'ont pu être dépassées que par le passage à une économie minérale, fondée sur l'exploitation des ressources fossiles, et en particulier du charbon.

Wrigley montre la hausse phénoménale de la consommation d'énergie en Angleterre, où le charbon est exploité dès le ^{xvi}e siècle, au départ en petite quantité. La consommation d'énergie primaire en Italie en 1870 et en Angleterre en 1570 sont similaires. Entre l'époque des Tudor et l'ère Victoria, la consommation de charbon est multipliée par 45. Le charbon domine les autres sources d'énergie dès la fin du ^{xvii}e. L'utilisation du charbon soutient ainsi la production industrielle : « Although prominent in the early expansion of many industries, as in the manufacture of glass or bricks, the strategic significance of coal in the industrial revolution did not consist principally in generating an early momentum, in causing a "take-off" : it lay in the fact that it enabled expansion to continue rather than being brought to a halt by the energy constraints inherent in organic economies which forbade sustained exponential growth over a lengthy period. [...] It was not that many of the changes taking place in England in the eighteenth century would have been unthinkable in the absence of coal but that the continued growth of the economy in the following century would have been impossible. » (Wrigley, 2010, p. 101)

Il ne faudrait pas croire que la substitution du charbon au bois s'est faite facilement. Il n'y a rien d'automatique dans le passage d'une source d'énergie à une autre, même pour des ressources aussi commensurables que des sources énergétiques. Les caractéristiques des sources de chaleur ont une importance pour les

processus des industries transformatrices. Lorsque le foyer de chaleur n'est pas séparé du matériau à traiter, remplacer le bois par le charbon demande de multiples innovations techniques. Un nouveau savoir-faire se met en place. Lorsque la France passe au charbon au cours du XIX^e siècle, elle doit faire appel à des ouvriers anglais pour que ceux-ci apprennent aux travailleurs français comment procéder. Le passage d'une technique à une autre n'est jamais donné d'avance.

Wrigley ne parle pas uniquement du charbon dans son ouvrage. Il traite aussi des changements démographiques, de l'urbanisation et de l'agriculture. Il décrit les boucles de rétroaction positives entre ces trois composantes, qui créent la croissance de la production. Ces boucles de rétroaction existent pour Wrigley dans n'importe quelle économie avec une structure similaire. Dans une économie organique, toutes les rétroactions positives sont freinées au final par une boucle négative : hausse de la consommation d'énergie → pression sur la terre → baisse des salaires réels. Le passage à une économie minérale, grâce au charbon, donne au contraire une boucle positive : hausse de la consommation d'énergie → hausse de l'extraction de charbon → hausse des salaires réels. Il enclenche une croissance indéfinie. Toutefois, on conçoit aisément que lorsqu'intervient une raréfaction des sources énergétiques, une boucle de rétroaction négative se met à nouveau en place et freine la croissance jusqu'à l'arrêter.

L'ouvrage de Wrigley est exclusivement centré sur l'Angleterre, il explique la révolution industrielle par d'heureux enchaînements entre une croissance de la production agricole, une croissance de la population urbaine, des changements démographiques. Plutôt que favoriser l'accélération de la croissance, le charbon empêche la décélération. Ce cercle vertueux se poursuit grâce à la disponibilité du charbon. L'Angleterre est particulièrement chanceuse de ce point de vue, car son charbon affleure, contrairement aux nations continentales (France et Allemagne) où les gisements sont souterrains. La mise en exploitation du charbon s'est ainsi faite de manière progressive : la ressource, connue et disponible depuis longtemps, a été peu à peu utilisée, entraînant des innovations techniques qui baissaient son coût, ce qui permet la poursuite du processus. Au contraire, la France et l'Allemagne devaient d'abord connaître la puissance du charbon et ses avantages, grâce à l'exemple de l'Angleterre, avant de chercher des gisements et de les exploiter. Cette exploitation consciente contraste avec l'Angleterre où le passage au charbon est le fruit d'une évolution spontanée.

2.3.4 *La preuve par la Chine*

Dans la même veine que Wrigley, Kenneth [Pomeranz \(2001, 2009\)](#) donne une grande importance aux facteurs énergétiques et écologiques dans la révolution industrielle. Sa méthode est cependant différente, puisqu'il ne décrit pas la situation en Angleterre, mais adopte une perspective comparative entre l'Angleterre et la Chine, ou plutôt entre certaines régions d'Angleterre et certaines régions de Chine. Pomeranz argue en effet que le passage à l'industrialisation à l'échelle d'un continent n'a pas beaucoup de sens, mais qu'il faut étudier des zones économiques précises, et en particulier les zones économiques les plus avancées. En retour, il se demande aussi pourquoi les régions les plus avancées de la Chine n'ont pas connu le même destin que celles de l'Angleterre.

L'argumentation de Pomeranz est très fouillée et il n'est pas question ici de résumer les articulations de cette thèse majeure. Pomeranz analyse une à une les explications couramment avancées pour expliquer la naissance du capitalisme, dont nous avons déjà parlé : niveau de vie, démographie, fonctionnement du marché, révolution industrielle et goût pour le luxe. Il compare systématiquement les régions européennes et les régions chinoises, à économie équivalente. Il conclut qu'en 1750 ces économies étaient assez proches (tout au moins le cœur européen des Flandres et de l'Angleterre ressemble à la région du delta du Yang-Tsé) : une révolution industrielle avait déjà eu lieu, la proto-industrie se développait en Angleterre comme dans le delta du Yang-Tsé, les niveaux de vie étaient comparables. « Les phénomènes sur lesquels les travaux récents insistent le plus (avec raison) pour expliquer les origines de la croissance économique en Occident sont aussi généralement ceux-là mêmes que l'Europe avait en commun avec d'autres parties du monde à l'époque moderne. » (Pomeranz, 2009, p. 63)

En 1750, la situation est donc similaire entre les régions avancées de l'Angleterre et de la Chine. Il n'y a pas encore de disparité entre les niveaux de vie. Au xviii^e siècle, la Chine apparaissait toujours comme un pays à la richesse fabuleuse, comme le pays des merveilles qu'il était pour Marco Polo. Les Européens allaient chercher en Chine la porcelaine très prisée qu'ils ne savaient pas fabriquer (Brook, 2009). Dans la deuxième moitié du xviii^e, une société écossaise d'agriculture pouvait encore souhaiter que son pays soit aussi riche et florissant que la Chine. Cent ans plus tard, la divergence est manifeste. La Chine a connu de nombreux troubles, son économie est mal en point, tandis que l'Angleterre est maintenant un pays industriel. C'est cette divergence qu'il s'agit d'expliquer. « Cette divergence ne s'explique pas en termes d'échecs ou de "blocages" institutionnels. Elle tient à des réalités écologiques fondamentales, et au fait qu'avant les énergies fossiles et les engrais chimiques, le travail et le capital se substituent difficilement à la terre. Pour expliquer les différences entre l'Orient et l'Occident, il faut comprendre comment l'Europe se libéra de ses contraintes. » (Pomeranz, 2009, p. 63)

L'Angleterre bute à la fin du xviii^e sur des contraintes de ressources. Les rendements agricoles stagnent en effet, et les maigres progressions ne sont dues qu'à la réplique des meilleures techniques sur les terres moins fertiles. Les gains de productivité ne proviennent pas d'une amélioration des rendements des meilleures fermes (ceux-ci sont à peu près constants, et ont déjà été atteints au xiii^e) mais des gains de diffusion des meilleures pratiques. Les limites de l'économie organique sont en vue. Surtout les ressources non-alimentaires manquent cruellement, en particulier le bois pour les industries ou les fibres pour le textile. L'Angleterre aurait ainsi pu suivre le chemin qu'avaient commencé à emprunter les Flandres ou le Danemark, celui d'une économie plus intensive en travail, où plus de travail est consacré aux ressources organiques rares pour les produire avec peine.

Une façon d'échapper à la pression des ressources est de recourir aux importations. En Chine, les provinces périphériques ont d'abord échangé des produits agricoles contre des produits manufacturiers venant du centre. Cela a favorisé la croissance démographique des périphéries puis un développement sur place de proto-industrie, par substitution d'importation. En conséquence les termes de

l'échange se sont détériorés pour la région centrale, qui n'a presque plus progressé. L'échappatoire par le commerce n'est que temporaire.

La situation de l'Angleterre dans les échanges internationaux est plus complexe. L'Angleterre se tourne d'abord vers le blé de la Baltique et de l'Europe centrale. Mais le rendement agricole n'évolue presque pas dans ces régions, en raison des caractéristiques institutionnelles (notamment le servage). Les possibilités de commerce sont donc limitées mais ce blocage, institutionnel avant tout, joue comme une marge de manœuvre pour une évolution future, car ces régions ne peuvent pas non plus substituer les importations anglaises par une proto-industrie autochtone. L'Angleterre est ainsi contrainte de développer son commerce avec d'autres régions, pour satisfaire sa demande de blé, principalement vers l'arc atlantique esclavagiste. À rebours des idées reçues sur l'efficacité des marchés, c'est leur mauvais fonctionnement qui permet à l'Angleterre de conserver et d'approfondir sa spécialisation industrielle, pendant que les colonies deviennent pourvoyeuses de matières premières.

Le rôle de l'empire et, en particulier, de l'esclavage est très discuté dans l'historiographie sur la révolution industrielle. Certains ont cherché à montrer que les profits (modestes) gagnés dans le commerce international étaient malgré tout responsables de la formation du capital anglais (on peut voir là une version impérialiste ou esclavagiste de la théorie de l'accumulation primitive). L'argument de Pomeranz est sensiblement différent. Il montre l'importance des colonies dans certaines denrées stratégiques dont l'Angleterre avait besoin et qu'il n'eût pas été facile de se procurer ailleurs : le sucre qui représente un complément calorique à l'alimentation¹⁸, le coton qui fournit les fibres nécessaires à l'industrie textile et libère les terres de l'élevage ovin, le bois en provenance des États-Unis pour la construction navale.

Comme Wrigley, Pomeranz insiste également sur le charbon qui remplace le bois pour le chauffage, domestique et industriel. Pomeranz explique la divergence entre l'Angleterre et la Chine par de la simple contingence, mais qui fonctionne de manière subtile. L'Angleterre avait du charbon à proximité de ses centres industriels, tandis que les mines de charbon de la Chine sont beaucoup plus éloignées de son centre, à 1000 km du delta du Yang-Tsé. Comme nous l'avons déjà dit, une exploitation directe et spontanée du charbon en Angleterre était possible. Comme les exploitations minières se trouvaient près des centres manufacturiers, elles ont pu bénéficier d'un savoir de précision, qui a enclenché une série d'innovations techniques. Pour exploiter ses mines, l'Angleterre devait surtout gérer des problèmes d'inondation, grâce à des pompes à eau, actionnées par les premières machines à vapeur, intransportables. Les résidus de l'extraction du charbon, non commercialisables, alimentaient ces machines, qui autrement n'auraient jamais été utilisées, tant elles consommaient de combustibles. L'usage des machines a ensuite permis des améliorations successives de la machine à

18. La position de Pomeranz sur l'alimentation diffère sensiblement de celle de Wrigley. Pour Wrigley, l'agriculture anglaise était loin d'être au maximum de sa production (il prend pour preuve la part croissante de surface consacrée à l'avoine pour les chevaux). Pour Pomeranz, au contraire, l'agriculture anglaise atteignait ses limites. Les produits tropicaux énergétiques (sucre) ou coupe-faim (thé), ainsi que le chauffage au charbon qui réduit la dépense calorique pour maintenir la température corporelle, ont apporté un soulagement bienvenu aux capacités de production de l'agriculture anglaise.

vapeur, qui ont accru son rendement et diminué sa taille. Sans cette interaction entre la mine de charbon et la machine à vapeur, cette dernière serait peut-être restée une curiosité, tant elle était peu pratiquée à ses débuts.

Pomeranz décrit en fait les mêmes enchaînements d'innovation technique que Jevons dans *The Coal Question* — bizarrement il ne le cite pas. Cela donne d'autant plus de valeur à l'ouvrage oublié de Jevons, et à ses analyses prétendument naïves. Si le récit de Pomeranz sur l'industrialisation progressive de l'Angleterre à partir des mines de charbon ne diffère guère de celui de Jevons, la comparaison avec la situation chinoise met en valeur les spécificités de l'Angleterre. Pourquoi la même chose ne s'est-elle pas passée en Chine ? Le charbon chinois était situé beaucoup plus loin des régions avancées, à un millier de kilomètres des centres manufacturiers. Le charbon était difficile à transporter. Surtout on ne pensait pas à l'utiliser, car *ex ante* on ne voyait pas les bouleversements que le charbon aurait pu apporter. Le problème n'est pas le manque de capital pour l'investissement, le problème est que personne n'a eu l'idée de faire un investissement de cette nature. Il semble que les révolutions techniques ne puissent advenir que graduellement par innovations successives, et non en bloc. En Angleterre, la révolution du charbon s'est faite continûment, par une série de micro-innovations, de micro-investissements. Pour que la Chine en vienne à utiliser son charbon, il aurait fallu que tout le système technique sorte du cerveau d'un entrepreneur de génie et soit en place en un seul coup. En Chine, le développement industriel ne pouvait venir que de l'imitation d'un autre pays.

On constate dans l'histoire de la révolution industrielle l'importance de l'effet de localisation. Comme le charbon britannique affleurait et était à portée de main, l'idée de s'en servir s'est présentée spontanément. De plus les mines étaient situées à proximité des centres manufacturiers, d'où une forte synergie entre les savoirs manufacturiers, portés par les artisans de pointe, et les problèmes que les exploitants des mines devaient résoudre. Mais Pomeranz suggère en plus un dernier rapport de contingence. Même si les mines de charbon de la Chine avaient été exploitées, la révolution industrielle ne se serait sans doute pas enclenchée. L'avènement de l'ère industrielle résulte de l'imbrication cruciale de l'exploitation des mines, du pompage de l'eau et de la machine à vapeur. Cela est dû à la particularité des mines anglaises qui avaient des problèmes d'inondation à résoudre. Ce problème d'inondation se prêtait bien à une solution grâce à la machine à vapeur. Au contraire, les mines de charbon de Chine sont confrontées à des problèmes d'évacuation de l'air, ce qui demande des conditions technologiques différentes. Encore aujourd'hui, avec tout le savoir technique moderne, l'exploitation des mines de Chine est problématique. Ainsi ce n'est pas l'outil qui aurait manqué¹⁹, mais le problème pertinent qui aurait permis de voir l'intérêt de l'outil. Les potentialités techniques ne se développent que face à des obstacles pratiques qui sont contingents.

Si Pomeranz insiste sur les facteurs écologiques, et en particulier sur la manière dont l'empire colonial britannique et le charbon ont soulagé les campagnes

19. La machine à vapeur a été inventée à plusieurs reprises dans l'histoire humaine. Sans entrer dans la querelle franco-britannique, de savoir qui de Denis Papin ou de Newcomen en est l'inventeur, on se rappellera que l'Empire Romain connut la machine à vapeur (Héron d'Alexandrie), ainsi que la Chine.

anglaises pour la production des matières non-alimentaires, il ne nie pas le rôle de la technique sur lequel les économistes aiment insister. Le progrès technique n'est que peu discuté chez lui et il reconnaît là qu'il s'agit d'un point important. Remarquons tout de même que depuis les travaux de Joseph Needham, on sait que la science et la technique chinoises avaient un degré de développement comparable à celles de l'Occident, et les précédait souvent de quelques siècles (le papier, la poudre à canon ont été inventés en Chine). Pour expliquer que la science chinoise n'ait pas débouché sur l'industrialisation, [de Jouvenel \(1965a\)](#) croit discerner dans la science chinoise une attention portée vers l'harmonie tandis que la science occidentale serait tournée vers la puissance. Mais il s'agit là d'un type d'explication qui n'est guère en vogue aujourd'hui.

Les travaux de Pomeranz montrent ainsi le rôle crucial de l'accès aux ressources dans le déclenchement de la révolution industrielle. Sans le charbon dans son sous-sol, sans les espaces de son empire colonial fournisseurs de matières premières, l'Angleterre aurait vraisemblablement suivi la voie qu'entrevoient les classiques : une intensification du travail à cause des contraintes écologiques et une stagnation de la prospérité. Les recherches de Pomeranz éclairent singulièrement les propos de Gandhi, interrogé, peu avant l'indépendance, sur le développement qu'il souhaitait pour l'Inde : « It took Britain half the resources of this planet to achieve its prosperity. How many planets will a country like India require ? » in ([Rampal, 1992](#), p. 195).

Contrairement aux économistes, les historiens contemporains accordent une grande importance au dépassement des contraintes matérielles pour la poursuite de la croissance économique. Ils le font en scrutant les détails des processus économiques, comme Jevons le faisait à son époque dans *The Coal Question*. Cette réévaluation du rôle de l'énergie s'accompagne d'un abandon de la détermination causale. Des historiens comme Wrigley et Pomeranz mettent en effet en évidence une relation contrefactuelle entre la présence de charbon et la révolution industrielle : si le charbon n'avait pas été là, la révolution industrielle n'aurait pu avoir lieu. La présence d'une source d'énergie abondante apparaît ainsi comme un ingrédient fondamental de la croissance des sociétés occidentales, même si, tant que cet ingrédient est présent, il peut paraître mineur.

2.4 QUELQUES ENSEIGNEMENTS

Ce cheminement à travers la théorie économique des ressources, mise en regard de l'histoire économique de la révolution industrielle, nous permet de tirer quelques leçons. D'un point de vue substantiel, nous essayons de lier les conditions matérielles du développement aux structures socio-politiques dans les deux premiers paragraphes²⁰. En creux, il s'agit de comprendre quels types de développement, matériel, économique et social, ont suivi les sociétés occidentales. C'est une façon d'appréhender les changements sociaux qui pourraient résulter

20. En première lecture, il est sans doute préférable de ne pas s'attarder sur les paragraphes [2.4.1](#) et [2.4.2](#). Ils se comprennent mieux après la vision d'ensemble donnée par les paragraphes [7.1](#) et [7.2](#).

d'une raréfaction des ressources. Le troisième paragraphe s'attache plus spécifiquement à l'analyse économique.

2.4.1 Deux types de croissance

Wrigley et de Pomeranz distinguent deux types différents de croissance. Le premier est la croissance dite smithienne, qui est la croissance des classiques. Elle se produit grâce à la spécialisation des tâches, à la division du travail qui permet des gains de productivité. Cette croissance est portée par les transactions marchandes. La croissance smithienne se produit spontanément, pour ainsi dire, dans une société de marché. Cette croissance correspond donc à l'analyse de l'économie selon les classiques, et aussi selon la première génération des néo-classiques, qui étudiaient l'économie comme un équilibre stationnaire (Hicks, 1966). Le but de l'analyse est de montrer comment les intérêts peuvent s'harmoniser au travers d'échanges mutuellement avantageux. Cependant, la croissance smithienne est limitée, elle tend vers un état stationnaire au-delà duquel l'économie ne peut aller.

Le deuxième est la croissance extensive, celle qui se met en place en Angleterre au cours du XVIII^e siècle. Cette croissance n'est plus intensive comme la croissance smithienne, qui repose sur des gains d'efficacité. Elle est extensive, elle suppose un accroissement de la base matérielle de l'économie. L'Angleterre trouve cette base matérielle nouvelle dans le charbon de son sous-sol et dans les produits des Amériques. La fourniture accrue de matières premières permet un changement d'échelle de l'économie. Cela peut enclencher une vague de progrès technique. La croissance smithienne par spécialisation est alors relancée. Tant que ce cercle cumulatif se poursuit, la croissance peut être indéfinie. Les deux types de croissance, une fois en place, ont bien sûr tendance à se renforcer, mais il faut s'efforcer de maintenir la distinction.

La prise de conscience d'une rupture entre la croissance smithienne et la croissance extensive, qui permet une augmentation indéfinie de la production, a été très tardive. Si Marx perçoit l'opposition entre le mode féodal de production et le mode capitaliste, ce n'est pas sûr qu'il ait vu le caractère illimité de la nouvelle croissance. Il faut attendre les dernières années du XIX^e pour les premières manifestations conscientes, mais plus sûrement l'entre-deux guerres où les *Perspectives économiques* de Keynes expriment clairement cette idée d'une croissance indéfinie²¹. Ce n'est que dans l'après-guerre que la croissance accède à son statut de mythe politique de l'époque moderne.

La distinction entre la croissance smithienne, par efficacité, et la croissance extensive, par élargissement des ressources premières, est d'importance pour l'analyse économique. Dans l'analyse de la croissance, les économistes d'aujourd'hui ont tendance à faire découler la croissance extensive de l'existence de bonnes institutions politico-économiques, et en particulier de marchés d'échanges. Or l'allocation efficace par l'intermédiaire des marchés ne conduit qu'à une croissance smithienne, limitée, et non pas à une croissance indéfinie. Le passage d'un type de croissance à un autre ne résulterait pas de l'efficacité inhérente aux institutions de marché, mais de la contingence qui a permis d'enchaîner découvertes

21. Nous étudions en détail ce texte dans l'épilogue E.

de nouvelles ressources et cycles de progrès techniques. Les limites de l'analyse économique contemporaine viennent d'une confusion entre l'allocation efficace générée par les institutions de marché et l'augmentation de la base matérielle, qui vient d'une disponibilité plus grande des ressources. Une fois encore, la distinction conceptuelle n'infirme pas que les deux types de croissance sont, dans les faits, imbriqués : la découverte de nouvelles ressources conduit à un nouveau cycle de croissance smithienne portée par la spécialisation et l'approfondissement de la division du travail (Ayres, 2001 ; Ayres et Warr, 2009, chap. 1). Les ressources entraînent la croissance par la causalité cumulative chère à Myrdal.

La distinction entre les deux types de croissance éclaire l'opposition sociologique entre modernisation et industrialisation (Wrigley, 2010, chap. 8). À la modernisation sont associées la rationalité des individus, l'universalité de l'État de droit et l'impartialité de l'administration. Les grands sociologues ont étudié le passage des sociétés anciennes ou féodales à la société moderne, ou, dans les mots de Tönnies, de la *Gemeinschaft* à la *Gesellschaft*, ou, dans ceux de Maine, du statut au contrat. La société moderne est la société de marché, telle que définie par le libéralisme utopique. Elle ne repose dans l'idéal que sur le libre contrat des individus rationnels poursuivant leurs intérêts. La modernisation tend donc à dissoudre les liens des communautés anciennes, à individualiser les personnes. Le marché est souvent l'élément dissolvant. La croissance smithienne est associée à la modernisation.

L'industrialisation au contraire est un processus dont les effets peuvent contrecarrer la modernisation²². Ainsi les regroupements d'ouvriers concentrés par les exploitations de charbon, les fabriques donnent naissance à de véritables communautés, qui n'ont rien de la froideur des sociétés modernes. De même, le rassemblement de l'habitat des ouvriers sur le lieu de production entraîne des pratiques (comme le monopole du commerce par le propriétaire de la mine, le contrôle de la moralité...) qui rappellent plus la féodalité que l'ouverture et la concurrence des sociétés modernes. L'existence de monopoles contrecarre l'efficacité des marchés. La concentration des richesses peut entraîner népotisme et corruption. Les effets sociologiques de l'industrialisation sont donc parfois antagonistes à ceux de la modernisation. À l'industrialisation correspond la croissance extensive.

Comme les économistes ont lié croissance smithienne et croissance extensive, ils n'ont pas toujours fait la distinction entre modernisation et industrialisation. Les économistes à la manière de Rostow ont eu tendance à penser que la modernisation était une précondition, de laquelle devait nécessairement découler l'industrialisation. Au risque de se répéter, il n'y avait nulle nécessité que la modernisation débouche sur l'industrialisation. La meilleure façon de le montrer est de prendre l'exemple des Pays-Bas.

Dès le xvii^e siècle, les Provinces-Unies avaient toutes les caractéristiques d'une société moderne. Bien que dirigées par une élite commerciale, elles n'ont pas donné naissance à une croissance indéfinie. En réponse à la croissance urbaine, la production agricole augmente. Beaucoup de techniques agricoles furent mises

22. La comparaison entre industrialisation et modernisation est rendue délicate par l'absence de référence idéale de la société industrielle. Pour la modernisation au contraire, on dispose de beaucoup d'écrits théoriques, qui permettent de mieux cerner les caractéristiques de la société moderne. Pour la société industrielle, il faudrait peut-être se reporter aux écrits de Saint-Simon. L'accord avec les thèses avancées ci-après paraît raisonnable.

au point pour augmenter les rendements, avant d'être copiées par l'Angleterre. De manière plus surprenante, les manufactures se développent en Hollande avec des procédés de fabrication très intensifs en énergie. C'est que la Hollande a un avantage, avec un accès facile à un stock d'énergie : la tourbe (de Zeeuw, 1978). Cette tourbe était facilement transportable dans un pays plat situé au niveau de la mer. La construction des canaux pour l'exploitation des tourbières stimule l'investissement. On peut estimer les quantités d'énergie extraites des tourbières au ^{xvii}e, et les quantités d'énergie et de terre qu'il aurait fallu pour produire cette énergie (sous forme de forêt) et la transporter (avec des chevaux). Grâce aux tourbières, c'est comme si la Hollande vivait sur deux étages, un premier étage produisant de l'énergie et un autre où les hommes peuvent profiter de cette énergie. Au cours du ^{xviii}e, les tourbières deviennent plus dures à exploiter, les canaux s'ensavent, la Hollande perd son avantage, tandis que l'Angleterre développe le charbon. L'énergie n'est plus aussi facile d'accès. Cette explication du déclin hollandais est cependant controversée, les historiens préférant mettre l'accent sur la faiblesse de la demande, liée à l'étroitesse du marché, plutôt que sur les déterminants de l'offre, avec les coûts énergétiques. Quoi qu'il en soit, les possibilités d'investissement semblent s'être peu à peu taries. Dans la *Richesse des Nations*, Smith avait en tête le cas des Provinces-Unies quand il parlait d'économie stationnaire. On voit donc l'extrême difficulté à enclencher un cercle cumulatif de croissance extensive. Grâce à la tourbe, les Provinces-Unies ont vraisemblablement connu un premier cycle de croissance extensive, mais qui n'a pas débouché sur des progrès techniques suffisants pour trouver de nouvelles sources d'énergie et élargir le cercle de la croissance extensive.

2.4.2 Les conditions de possibilité des sociétés de marché

Si la modernisation ne conduit pas nécessairement à l'industrialisation, l'industrialisation ne nécessite pas non plus la modernisation, comme le montre l'exemple de la Russie soviétique ou de la Chine aujourd'hui. Pour compliquer encore un peu les interactions entre modernisation et industrialisation, ou entre libéralisme et capitalisme, nous ajouterons deux réflexions.

D'une part, on peut se demander si le processus d'industrialisation pouvait naître ailleurs que dans une société moderne. Comme le montrent la Russie soviétique ou la Chine, les institutions modernes ne sont pas nécessaires pour que l'industrialisation ait lieu, car elle peut être copiée. Il semble que l'industrialisation puisse se diffuser hors des sociétés modernes. Mais il faut pour cela une première expérience d'industrialisation réussie, qui a déjà inventé les outils techniques. Si l'industrialisation peut se *diffuser* sans la modernisation, l'industrialisation peut-elle *naître* sans la modernisation ? Les caractéristiques des sociétés de marché, dont nous verrons la naissance dans le dernier chapitre (7), paraissent être des aiguillons qui renforcent la recherche d'une voie hors des limites à la croissance smithienne. Les sociétés de marché transforment profondément les mentalités. Les intérêts sont isolés des autres passions, ils ont libre cours de chercher le luxe et le confort. Les anciennes vertus antiques sont ridiculisées et la poursuite par chacun de ses intérêts privés est légitimée puis valorisée. Cette perpétuelle agitation des conditions garantit que chaque opportunité qui se présente sera utilisée.

Les possibilités de développement seront poussées jusqu'à leur terme. Les ressources seront mobilisées aussitôt découvertes. Dans une société de marché, les moindres occasions de profit seront utilisées. Si la modernité libérale ne rend pas nécessaire le passage d'une croissance smithienne à une croissance extensive, ce passage aurait-il eu lieu sans cet *impetus* ? Cette question ne peut être résolue que par un approfondissement de la perspective comparatiste, en cherchant si les autres centres économiques mondiaux connurent aux XVII^e et XVIII^e siècles des analogues de l'idéologie économique, au sens de Louis Dumont, qui régnait à l'ouest de l'Europe.

D'autre part, on peut s'interroger sur la pérennité des sociétés de marché, lorsqu'elles ne parviennent pas à transformer la croissance smithienne en croissance extensive. Face à l'humanisme civique qui réclame l'égalité des conditions pour préserver les libertés que la richesse pourrait corrompre, les inventeurs de la société de marché répondent par une promesse d'enrichissement pour tous par la pratique du commerce. La société de marché pourrait-elle tenir longtemps dans sa cohésion sans que se matérialise cet enrichissement promis ? La croissance permet de mettre sous silence certains maux propres à la société marchande, elle améliore le sort de la plupart sans demander une redistribution active. Quelle pérennité auraient eu les sociétés de marché si la croissance n'avait pas fortifié le fragile alliage dont elles sont constituées ?

Les dépendances créées dans une société marchande par la libre poursuite des activités des individus, auraient peut-être fini par paraître inadmissibles à une grande majorité si elles ne s'étaient pas accompagnées d'une amélioration sensible et poursuivie des conditions matérielles. Sans cette croissance, la poursuite par chacun de ses intérêts privés aurait engendré plus de ressentiment que d'harmonie, chacun percevant que la satisfaction des intérêts de l'autre s'effectue au détriment de la satisfaction de ses propres intérêts. La croissance indéfinie, grâce à l'industrialisation, permet au contraire de satisfaire conjointement les intérêts de chacun et donc d'amoindrir les antagonismes. Les sociétés marchandes qui ne seraient pas en même temps des sociétés en croissance économique, auraient donc une pérennité et une stabilité toute problématique. L'absence de croissance devrait provoquer à terme des troubles sociaux.

C'est peut-être ainsi que l'on peut éclairer le propos de Max Weber placé en exergue. Cette citation ne cesse de nous intriguer. Dans *L'éthique protestante et l'esprit du capitalisme*, Max Weber analyse comment l'esprit puritain a pu, par une ironie de l'histoire, engendrer l'esprit du capitalisme. Au travers de l'enseignement calviniste, l'impossibilité pour le puritain de connaître son élection pour le monde futur a déclenché un esprit d'ascèse tourné vers le monde. L'éthique du travail soutient le puritain dans le monde des hommes à jamais séparé du monde divin. La possession des biens matériels qui s'en suit se transforme en signe de son élection. Le changement d'attitude face au salut a ainsi modifié l'ensemble du complexe émotionnel des activités en terre chrétienne. La poursuite systématique et méthodique du profit a finalement été la motivation autour de laquelle toutes les activités ont été organisées.

À la suite de cette étude magistrale, Weber s'est lancé dans une analyse comparée des relations entre économie et religion dans les grandes civilisations. Cette

vision est souvent présentée comme un idéalisme dépassé, où les formes de civilisation seraient déterminées par leur esprit religieux. Il s'agit d'un malentendu car Weber accepte également les interprétations matérialistes et spiritualistes de l'histoire (Weber, 1920b, p. 253-254). Néanmoins, Weber choisit de mettre l'accent sur les facteurs psychologiques et les mentalités, plus que sur les forces techniques.

Et pourtant... Au moment de conclure *L'éthique protestante*, Max Weber esquisse le devenir économique de l'humanité. Amorcé par l'ascèse puritaine, l'ordre économique se perpétue et devient toujours plus contraignant. Il entourera les individus à la manière d'une carapace d'acier, « jusqu'à ce que le dernier quintal de carburant fossile soit consumé ». Cette incise nous ramène vers les conditions les plus matérielles qui soient. De manière impromptue, presque par inadvertance, les combustibles fossiles surgissent au sein d'une analyse spiritualiste du capitalisme. Que viennent faire les carburants fossiles dans cette réflexion sur l'ascèse ? En quoi les carburants fossiles soutiennent-ils l'esprit du capitalisme ? Rien d'évident, rien de flagrant dans ce rapport. Weber ne donne pas de clefs pour interpréter sa fulguration. La littérature secondaire ne semble pas dissiper ce mystère²³.

Les théories économiques que nous avons examinées ne nous apportent pas d'éléments pour étayer l'intuition de Weber sur les liens profonds entre combustibles fossiles et capitalisme. Mais les travaux historiques présentés en dernier lieu permettent de reconstruire ce que Weber a pu penser. À la place d'une investigation approfondie dans l'œuvre de Weber, nous pouvons hasarder une hypothèse.

L'ascèse puritaine se trouve détournée en quelques générations vers un désir d'enrichissement. Ce désir d'enrichissement ne peut trouver à être satisfait que par le passage à une échelle plus large de production, c'est-à-dire par l'enclenchement d'une croissance extensive. Cette croissance extensive s'est réalisée grâce aux prélèvements constants de ressources fossiles, comme le charbon. La citation de Weber exhibe de manière impromptue les soubassements matériels de la société moderne. Grâce à ces soubassements matériels, à ces puissances chthoniennes qu'elle enrôle à son service, la société de marché peut reproduire ses structures sociales et son idéologie, sa rationalité calculatrice. Sa structure instable ne se maintient que grâce à la croissance de la production qui harmonise des intérêts divergents. La société de marché est comme une bicyclette : tirée à hue et à dia par des intérêts contradictoires, elle ne les équilibre que par la vitesse, la croissance de la production. Cette production demande toujours des matières premières, de l'énergie. Que le combustible fossile vienne à manquer, et les intérêts ne s'harmonisent plus, la rationalité s'affole, la violence renaît, la carapace d'acier vole en éclat. Voilà à quoi pouvait penser Weber en concluant *L'Éthique protestante*.

L'étude des Provinces-Unies pourrait peut-être ajouter plus de lumière sur la stabilité des sociétés de marché. Nous avons vu qu'il s'agissait d'une des premières sociétés modernes. Leur développement au xvii^e, en partie grâce aux ressources énergétiques de la tourbe, a été formidable. Dans le même temps

23. « There is an "ecological subtext" waiting to be discovered in Weber's writings » (Beck et van Loon, 2011, p. 111).

s'inventent, avec Mandeville, les premières représentations de la société où les passions sont libérées. La relative stagnation au XVIII^e apparaît donc comme un champ prometteur pour étudier la stabilité des sociétés de marché, malgré quelques réserves. D'une part, l'idéologie économique n'est pas encore pleinement constituée à cette époque. D'autre part, les structures traditionnelles, qui contiennent les tendances à l'éclatement du corps social, peuvent encore subsister. De la sorte, la période ne paraît pas assez mûre, la société de marché n'est sans doute pas assez avancée pour produire tous ses effets. On conçoit cependant les difficultés qu'il y aurait à éprouver cette thèse. La partie la moins exigeante consisterait à révéler les représentations de la société, dans ces évolutions et ces inflexions, et tenter de les relier aux événements contemporains, à la conjoncture économique. Mais il faudrait également apprécier en quoi la société véritable répond à ces représentations et comment elle est influencée par ces représentations, si le discours de la société marchande sur elle-même est repris par les acteurs dans leurs revendications. Enfin, pour être complet, il faudrait relier les aspirations sociales et les mouvements sociaux aux conditions économiques, et déterminer les causes des évolutions de conjoncture. Questions redoutables, que l'on ne peut que soulever. À trop vouloir poser au passé les questions du présent, on atteint peut-être les limites de ce que peut nous dire l'histoire.

2.4.3 *Du point de vue de l'analyse économique*

Quittons les hauteurs de la spéculation socio-économique, pour revenir aux enseignements proprement économiques que l'on peut tirer de notre parcours de la question des ressources.

Nous avons vu les regards changeants qu'a portés la théorie économique sur le rôle des ressources. Alors que les ressources limitées étaient un élément crucial de la dynamique de long terme des économies de marché, elles sont à peu près ignorées par l'analyse néo-classique. Le personnage crucial de ce basculement est celui de Stanley Jevons : ricardien, il s'intéresse à la consommation de charbon ; néo-classique, il ne prête attention qu'aux conditions subjectives du processus économique. Lorsque que la dynamique de long terme redevient une préoccupation des économistes après-guerre, les ressources naturelles ne jouent plus aucun rôle. Le rapport du Club de Rome pointe les interactions possiblement néfastes pour la société entre les ressources limitées et la croissance indéfinie. Les économistes réagissent en affirmant la possibilité d'une croissance indéfinie grâce aux substitutions des ressources et au progrès technique. Sur le plan de la méthode, les économistes utilisent une exploration de mondes théoriques construits à partir des considérations *a priori*, sans souci de validation empirique. Sur le plan du contenu, c'est une bifurcation de l'analyse économique. Des thématiques qui commençaient à se répandre, comme l'économie écologique, sont alors refoulées dans les marges.

Lors de la confrontation avec l'histoire économique, nous avons constaté la divergence entre les différentes approches sur le rôle de l'énergie dans la croissance. La mesure de la contribution de l'énergie à la croissance montre qu'il ne s'agit pas là d'un facteur important. Cette vue agrégée n'est pas confirmée par un suivi du détail des processus de transition. L'étude précise des conditions de la révolution

industrielle montre au contraire le rôle crucial qu'a joué le passage d'une économie organique à une économie minérale, fondée sur le charbon. Les études économiques raisonnent majoritairement sur le triptyque capital – travail (population) – technologie. La question des ressources n'est donc pas envisagée. Mais au-delà de ces biais de focalisation, la méthode économique standard semble incapable de confirmer ces travaux historiques. Seules des approches hétérodoxes, à la fiabilité contestable, sont en mesure de le faire. La disparité des angles d'approche et des résultats pose bien entendu des questions de cohérence entre les différents champs du savoir. Il serait bon que le dialogue entre les différentes sciences sociales permette de réduire les divergences, non pas en termes de méthodes, mais en termes de résultats. Après tout, il s'agit d'une même réalité qui est étudiée de différents points de vue, et les points de convergence devraient exister. Dans la situation actuelle, le divorce des résultats donne une image d'éparpillement du savoir. Chaque champ disciplinaire approfondit son sillon, sans qu'il soit relié et confronté aux autres. Il manque des paradigmes qui intégreraient les résultats, orienteraient les recherches et rendraient le savoir cumulatif.

Sur le plan de l'analyse économique, nous pouvons également tirer quelques enseignements des débats sur le rôle de l'énergie dans la croissance et sur les limites à la croissance. Pour étudier des situations faisant intervenir des facteurs productifs, les modèles analytiques économiques font appel à un outil appelé fonction de production. La fonction de production est précisée sous la forme d'une relation algébrique ou semi-algébrique entre les variables d'entrée et de sortie. Les propriétés mathématiques des formes fonctionnelles choisies déterminent les résultats du modèle. Une fonction de production avec des substitutions fortes sur l'ensemble du domaine de définition permettra une croissance indéfinie par substitution du capital et du travail aux ressources. Il est donc important de savoir quelle est la forme mathématique adéquate pour représenter la fonction de production qui correspond aux données réelles. Sur ce plan, les travaux que nous avons discutés conduisent le débat en des termes purement théoriques. La réflexion se fait sur les formes algébriques et les coefficients de ces formes. Il n'y a pas de discussion de l'adéquation de la forme fonctionnelle ni des meilleurs valeurs de ces coefficients pour décrire les conditions empiriques. Comme dans le modèle AABH, étudié au chapitre 1, il n'y a pas de liens entre le modèle et le réel.

Par ailleurs, trois écueils rendent ces liens problématiques, quand bien même les économistes chercheraient à les établir.

Tout d'abord, les fonctions de production utilisées sont des fonctions analytiques. La connaissance de la fonction en un point suffit à extrapoler le comportement de la fonction à l'intégralité de son domaine de variation. Grâce à l'imposition d'une forme fonctionnelle analytique, une observation locale suffit à déterminer le comportement global de la fonction. Le sens des extrapolations est donc à prendre avec beaucoup de précaution. C'est d'autant plus vrai lorsque le résultat obtenu dépend du comportement de la fonction aux limites de son domaine de définition. On a vu que le débat sur les limites à la croissance achoppait précisément sur le comportement aux limites du produit moyen des ressources. Le choix d'une forme fonctionnelle « conventionnelle », acceptée par tous, ne peut tenir lieu de démonstration.

Ensuite, les fonctions de production sont mobilisées à un niveau très agrégé. Elles représentent un fonctionnement désincarné de l'économie, simple jeu d'ajustage entre les quantités de deux ou trois facteurs. Cette façon de voir le processus productif rend très difficile le lien avec les approches historiques, où ce sont toujours des techniques particulières qui sont étudiées. La conséquence en est une appréciation divergente du rôle de l'énergie dans la révolution industrielle.

Enfin, les échelles de temps impliquées exacerbent les problèmes précédents. L'utilisation d'une même fonction de production pendant des temps très longs pose la question de la régularité des relations que la fonction de production est censée représenter. L'esprit anhistorique de l'analyse économique a tendance à naturaliser les fonctions de production et à en faire des constantes de la production, parfois sur plusieurs siècles. Au contraire, si l'on adopte une vision historique et évolutionniste, les régularités et stabilités de la fonction de production ont peu de chance de perdurer aussi longtemps. L'exercice ne peut alors être que limité. L'exploration de trajectoires de très long terme rend également beaucoup plus probable que la trajectoire entre dans des domaines limites où la fonction de production est inconnue, et où les résultats ne reflètent que les extrapolations hasardeuses permises par des formes fonctionnelles algébriques.

L'importance de la fonction de production dans la caisse à outils des économistes nous encourage donc à regarder plus précisément comment est construit cet objet et quelle est sa signification. Le chapitre suivant y est consacré.

La fonction de production : comment la théorie Économique se détache des systèmes techniques

The production function has been a powerful instrument of miseducation. The student of economic theory is taught to write $Y = F(K, L)$ where L is a quantity of labour, K a quantity of capital and Y a rate of output of commodities. He is instructed to assume all workers alike, and to measure L in man-hours of labour ; he is told something about the index-number problem involved in choosing a unit of output ; and then he is hurried on to the next question, in the hope that he will forget to ask in what units K is measured. Before ever he does ask, he has become a professor, and so sloppy habits of thought are handed on from one generation to the next.

The production function and the theory of capital

Joan Robinson (1953, p. 81)

LA FONCTION DE PRODUCTION est aujourd'hui un outil standard de l'Économiste. Il s'agit d'un des objets conceptuels avec lequel celui-ci appréhende les réalités économiques. En macro-économie, la fonction de production est fonction du capital et du travail. Avec leur réponse au Club de Rome, étudiée au chapitre précédent, les économistes ont étendu cette fonction de production en rajoutant un facteur de production : environnement, ressources ou énergie. L'importance de ce concept ne s'est pas démentie en économie de l'environnement. Le modèle AABH par exemple utilise une fonction de production combinant les facteurs énergie propre et énergie sale. Les discussions sur les fonctions de production occupent donc une bonne part des débats en économie de l'environnement.

L'assimilation de cet outil pour aborder les relations entre les choix technico-économiques et l'environnement s'est peut-être faite de manière hâtive. En effet, les bases conceptuelles de la fonction de production sont fragiles. Au moment

où s'affirmaient les thématiques environnementales et où se constituait l'économie de l'environnement, la fonction de production a été au cœur d'un débat épique entre économistes, dans les années 1960 et 1970. Comme les joueurs se répartissaient principalement entre Cambridge en Angleterre et Cambridge, Massachussets, aux États-Unis (où se trouve le MIT), ces débats sur la fonction de production porte le nom de controverse des deux Cambridge. On parle également de critique de Cambridge, en insistant sur le côté anglais. Les économistes de Cambridge (Angleterre), d'inspiration keynésienne, étaient en effet à la pointe du combat contre les fonctions de production agrégée, là où ceux de Cambridge (États-Unis), d'inspiration plus néo-classique, défendaient leur usage. Le débat a connu plusieurs phases et rebondissements. Il s'est principalement focalisé sur la signification de la fonction de production, de la mesure du capital et finalement du rapport au temps de la théorie Économique. Pour nous, il s'agit de comprendre ces différents débats, et d'en tirer les leçons pour l'analyse économique, en particulier concernant la place qui revient aux fonctions de production agrégée. Comme la conclusion des débats ne fait pas l'unanimité, ces leçons font encore partie de la controverse. Les leçons retenues sont en accord avec notre objet, qui est de revisiter les bases méthodologiques d'une analyse économique adéquate pour prendre en compte les problèmes environnementaux.

Une première partie explique d'abord les termes de la controverse des deux Cambridge. Son contexte de naissance est la théorie de la croissance. Avec les jalons déjà posés au chapitre précédent, nous poursuivons ainsi l'histoire des théories de la croissance. Les notions mobilisées par certaines théories de la croissance, à savoir la fonction de production et la notion de capital, possèdent un caractère problématique qui déclenche la controverse. Dans une deuxième partie, la controverse de Cambridge est exposée en détail et de manière à clarifier les difficultés qui sont d'ordinaire masquées. Nous montrons la difficulté à définir des fonctions de production au niveau macro-économique, avec des propriétés semblables à la parabole néo-classique du monde à un bien. Dans une troisième partie, la construction de la fonction de production agrégée est abordée d'une autre manière, en insistant sur les conditions d'agrégation. En étudiant le cas de la fonction Cobb-Douglas, on conclut alors sur l'absence de signification de la fonction de production agrégée. La conclusion de ces deux angles d'approche est que la fonction de production macro-économique est un outil théorique à l'existence réelle improbable. Une quatrième partie aborde alors les dépassements possibles de la controverse. Nous envisageons les possibilités de l'époque, dont certaines, non advenues, nous paraissent prometteuses ; en particulier, nous nous interrogeons sur le rendez-vous manqué entre post-keynésiens, critiques des fonctions de production, et économistes de l'environnement. La voie suivie par la macro-économie, avec le tournant des nouveaux classiques, est tout autre et relativement surprenante au regard des programmes de recherche privilégiés par les économistes de l'époque. Nous apprécierons le rôle du débat sur les limites à la croissance dans ce revirement.

3.1 ORIGINE ET CADRE DE LA CONTROVERSE DES DEUX CAMBRIDGE

3.1.1 *Le contexte : la macro-économie de long terme*

Les classiques étaient, nous l'avons vu, préoccupés par la distribution du produit entre les classes et la manière dont la modification de cette distribution affectait l'accumulation du capital. Cette focalisation sur les aspects d'évolution et de dynamique persiste au cours du XIX^e siècle, jusqu'à Marx inclus. Le tournant marginaliste, ou néo-classique, déplace l'analyse économique vers la question de l'équilibre. Le thème de l'accumulation et du comportement du système économique à long terme redevient une préoccupation des économistes dans les années 1930, comme en témoignent les *Perspectives économiques pour nos petits-enfants* de Keynes (1930), que nous étudierons en profondeur dans l'épilogue E. La mise en place, dans une interaction répétée entre théorie et pratique (Patinkin, 1976), des instruments de la comptabilité nationale, dans le sillage de la crise des années 1930, de la gestion de l'économie de guerre et de la reconstruction d'après-guerre, permet d'envisager des mesures de la croissance du produit national.

Simon Kuznets, auteur des premières études quantifiées sur la croissance, délimite un programme de recherche qui est historique et socio-économique (cf. son bilan lors de la remise du prix à la mémoire de Nobel (Kuznets, 1973)). Le traitement économique de la croissance est au carrefour de plusieurs branches de l'économie et d'autres sciences sociales, comme l'histoire ou la sociologie (Abramovitz, 1952, p. 176-177). Les économistes de cette époque se focalisent sur les aspects historiques et sociaux du processus de croissance, sur la transformation à long terme des structures sociales (Abramovitz, 1952). Schumpeter (1947b, p. 3-4), dans ce qui est sans doute représentatif de l'époque, déclare : « Economic growth is not an autonomous phenomenon, that is to say, it is not a phenomenon that can be satisfactorily analyzed in purely economic terms alone. [...] economic growth is not autonomous, being dependent upon factors outside of itself, and since these factors are many, no one-factor theory can ever be satisfactory. » Ces préoccupations, de description et de compréhension, dominent jusqu'au début des années 1950.

La théorie économique de la croissance s'engage pourtant progressivement sur une autre voie, théorique et formalisée, où les modèles mathématiques sont plus importants que les considérations historiques. Les prémisses en sont posées par les travaux d'Harrod (1938). Il s'efforce de réfléchir sur le long terme dans un cadre keynésien. Son principal enseignement est l'instabilité de la croissance soutenue. En effet, celle-ci nécessite, selon lui, un ajustement précis entre les conditions techniques de la production, les conditions naturelles de la démographie et les anticipations des entrepreneurs. Dans le contexte intellectuel que l'on a rappelé, les modèles formels à la Harrod reçoivent peu d'attention. Ce sont plus des modèles spécifiant les conditions dans lesquelles le plein-emploi est possible, que des modèles informant sur le processus effectivement suivi d'accumulation du capital (Abramovitz, 1952, p. 170).

Pourtant, dans l'après-guerre, avec les problèmes de la reconstruction et du développement, la croissance devient un leitmotiv de la vie politique, d'autant plus

qu'avec les politiques keynésiennes les gouvernements pensent piloter l'économie (Myrdal, 1972). Le besoin d'outils pour conduire les politiques de croissance nécessite de dépasser les études socio-historiques. La croissance occupe alors le premier plan des travaux économiques théoriques (Hicks, 1966). À cette époque, la croissance est associée à l'accumulation du capital. Les économistes théoriciens cherchent à avoir un cadre dynamique pour penser les effets de l'accumulation du capital : comment se comporte une économie en phase d'accumulation ? quelles sont les évolutions du rapport produit sur capital ? que devient le taux de profit avec l'augmentation du capital ? Ces interrogations sur la macro-économie de long terme débordent le cadre antérieur, qui était avant tout statique. Les raisonnements de Marshall en termes de courbe d'offre et de demande qui se croisent ne sont plus suffisants. Le passage à un cadre dynamique va remettre à jour les insuffisances de la théorie néo-classique, en particulier sur le sens du capital à un niveau agrégé.

Il existe de nombreux antécédents aux controverses du capital, puisque l'on peut remonter au moins au débat entre Torrens et Ricardo (Ferguson, 1972b, p. 160), ou plus tard aux débats entre Böhm-Bawerk et J. B. Clark. Les travaux de Wicksell, complétés par ceux d'Åkerman, forment également un précédent important dans les discussions sur la signification du capital agrégé (Ferguson, 1972b, p. 170-172). Le terreau dans lequel puisera directement la critique de Cambridge est cependant constitué des discussions qui agitent le cercle keynésien du début des années 1930. À Cambridge (Angleterre), dans l'entourage de Keynes, Sraffa, Kahn et Robinson perçoivent des problèmes à la mesure physique du capital, qui n'a pas d'unité naturelle. Ils expriment ainsi une méfiance envers la notion de capital agrégé, puisque la mesure du capital n'est pas indépendante du système de prix. Ils dénie tout contenu technique à la productivité marginale du capital, et contestent donc la théorie néo-classique de la distribution, selon laquelle chaque facteur reçoit sa contribution en termes de productivité marginale. Tous ces arguments sont mobilisés lors de la discussion du concept d'élasticité des facteurs (García Molina, 2005). Les débats font même ressortir la possibilité que la quantité demandée de capital dans l'économie diminue quand le taux d'intérêt (son prix) diminue, phénomène que la critique de Cambridge retrouvera sous le nom de retour des techniques.

Vingt ans plus tard, Joan Robinson (1953, 1955b) reprend ces arguments dans le contexte du renouveau de la macro-économie de long terme. Elle attaque le concept de capital agrégé et de fonction de production. La cible reste la théorie néo-classique de la distribution, pour laquelle salaire et profit reçoivent les parts qui correspondent à leur productivité marginale. Sans fonction de production, la théorie néo-classique ne peut fournir une détermination du taux de profit, variable fondamentale pour la croissance de long terme. Les articles de Joan Robinson lancent de féroces débats. Particulièrement vifs pendant les vingt premières années, ces débats ne sont pas encore clos par un consensus au sein de la communauté des économistes.

Dans la suite, nous nous intéressons plus aux concepts et aux arguments théoriques qu'au déroulé précis des échanges. Concernant l'histoire des premiers temps de la controverse, on trouvera un exposé très complet chez Harcourt (1969, 1976), ou également dans le point de vue personnel de Joan Robinson (1970).

Avant de rentrer dans le détail des arguments de la critique de Cambridge, il nous faut présenter le cadrage précis du débat.

3.1.2 Différentes fonctions de production

L'Économiste utilise la fonction de production dans différents contextes. La fonction de production est utilisée dans beaucoup de domaines de la discipline économique, de sorte que tous les économistes croient savoir ce qu'est une fonction de production. Le terme de fonction de production recouvre en fait des objets disparates. Le caractère polymorphe de l'outil conceptuel « fonction de production » autorise tous les transferts de connotation et les inflexions de sens. Il importe dans un premier temps de bien délimiter les concepts.

La fonction de production est d'abord un outil de micro-économie. Son but est de représenter les possibilités techniques de production qui s'offrent à l'entreprise. Ces possibilités techniques relient les quantités d'input (travail, matériaux) utilisées par le processus de production avec les quantités d'output effectivement produites. Une entreprise qui cherche à maximiser son profit répartit les inputs de sa production de telle sorte que les rapports des taux marginaux de substitution égalisent les facteurs de prix. Les taux marginaux de substitution sont calculés le long de la frontière de production : ces taux sont réputés être des caractéristiques techniques. Les fonctions de production font alors référence à une échelle micro-économique, celle de l'usine. On trouvera des études sur les fonctions de production qui représentent des processus de transformation industrielle dans Wibe (1984).

C'est à ce type de fonction, proche des études d'ingénieur, que correspond l'image conventionnelle de la fonction de production, donnée par exemple par le célèbre manuel de micro-économie (Mas-Colell et al., 1995, p. 128) : « To analyze the behavior of the firm, we need to start by identifying those production vectors that are technologically possible. [...] The set of feasible production plans is limited first and foremost by technological constraints. » Dans le cas où l'entreprise ne produit qu'un bien, on peut décrire les possibilités de production à l'aide d'une fonction de production : « A single-output technology is commonly described by means of a *production function* $f(z)$ that gives the maximum amounts q of output that can be produced using inputs amounts $(z_1, \dots, z_{L-1}) \geq 0$. » On remarque l'usage du mot *technology* et de ses dérivés. Dans la suite le rapport entre le produit marginal de deux inputs est appelé taux marginal de substitution technique, ce qui accentue le caractère technique qui est attribué à la fonction de production de l'entreprise.

Dans la description de l'ensemble de production, il n'intervient pas de conditions économiques : les conditions sont normalement purement techniques. Le choix économique intervient quand on se place sur un point particulier de la frontière de production, en fonction des prix relatifs. Dans le contexte d'une entreprise, l'existence d'un ensemble des possibles de production est relativement acceptable. On peut alors en déduire une fonction de production. Mais il est extrêmement rare que la fonction de production soit une fonction régulière des intrants. Bien plus souvent, les choix de techniques de production qui s'offrent à

l'entreprise sont discrets. Au niveau de l'entreprise, si le sens de la fonction de production est clair, sa forme n'est que par exception une fonction analytique.

Même au niveau de l'entreprise ou de l'usine, il faut cependant prendre garde à l'échelle temporelle considérée. Deux oppositions se combinent.

On peut considérer qu'il existe une fonction de production avant la construction de l'usine. Cela représente la frontière des possibilités de production disponibles en théorie, en fonction de toute la gamme des techniques connues. On parle parfois de frontière technique. Suivant la terminologie de [Johansen \(1972\)](#), nous parlerons de fonction micro *ex ante*, *ex ante* signifiant avant l'investissement. À l'opposé, nous avons la fonction de production micro *ex post*, c'est-à-dire une fois qu'un certain type d'équipement a été choisi et ne peut pas être changé. La fonction de production *ex post* représente les capacités d'opération de l'usine telle qu'elle existe, et lorsqu'aucun nouvel investissement ne peut être fait.

Pour saisir la différence entre fonction micro *ex ante* et *ex post*, on peut s'appuyer sur le modèle *putty-clay*, inventé par [Johansen \(1959\)](#) et nommé d'après [Phelps \(1963\)](#). Le capital est du mastic (*putty*) *ex ante*, il est malléable à souhait; *ex post* le capital est figé comme de l'argile (*clay*) qui a cuit au four. Avant l'investissement, on peut donc choisir parmi une large combinaison de proportion des facteurs sur une frontière technique. Après l'investissement, les proportions de facteurs sont fixes et ne peuvent plus être changées. Les possibilités peuvent être plus larges que le simple *putty-clay*, où aucune substitution n'est possible *ex post*. Dans le modèle *putty – semi-putty* ([Fuss, 1977](#)), des substitutions sont possibles *ex post* mais elles sont plus limitées qu'*ex ante*.

La seconde opposition est entre courte période et longue période. La courte période fait référence au temps pendant lequel l'équipement est fixe : les biens capitaux (les machines) ne peuvent pas être changés. En revanche, il est possible de jouer sur les facteurs variables, comme le travail ou les matières premières¹. La longue période fait référence au temps où les équipements sont flexibles, où de nouveaux investissements peuvent être réalisés ou des capacités fermées. En langage micro-économique plus conventionnel, on dira que la longue période est le moment où tous les facteurs fixes sont variables. Au niveau de l'usine, les études théoriques ne prennent généralement pas en compte les possibilités de rénovation ou de travaux d'amélioration, de sorte que l'on en reste à la fonction de production de courte période. Par convention, on assimile la fonction micro *ex post* et la fonction micro de courte période.

Il faut bien voir la signification de la longue période. La longue période n'est pas seulement une période de temps plus étendue. L'opposition entre la courte période et la longue période n'apporterait pas grande chose si les conditions changeaient tout le temps, de sorte que la longue période ne serait qu'une succession de courtes périodes. La longue période signifie en plus des conditions de prix stables, de sorte que les ajustements se font à cet état des prix. À la limite, on obtient un état stationnaire, qui se perpétue identique à lui-même. L'équilibre de longue période est donc essentiellement une construction pour les besoins de l'analyse et non un état réellement existant, car en réalité de telles conditions tran-

1. Le travail n'est pas forcément un facteur variable : à la baisse, si l'entreprise ne peut pas licencier à gré ou si des mesures de chômage technique ne sont pas prévues; à la hausse, si l'entreprise ne peut pas embaucher ou faire appel à du travail intérimaire.

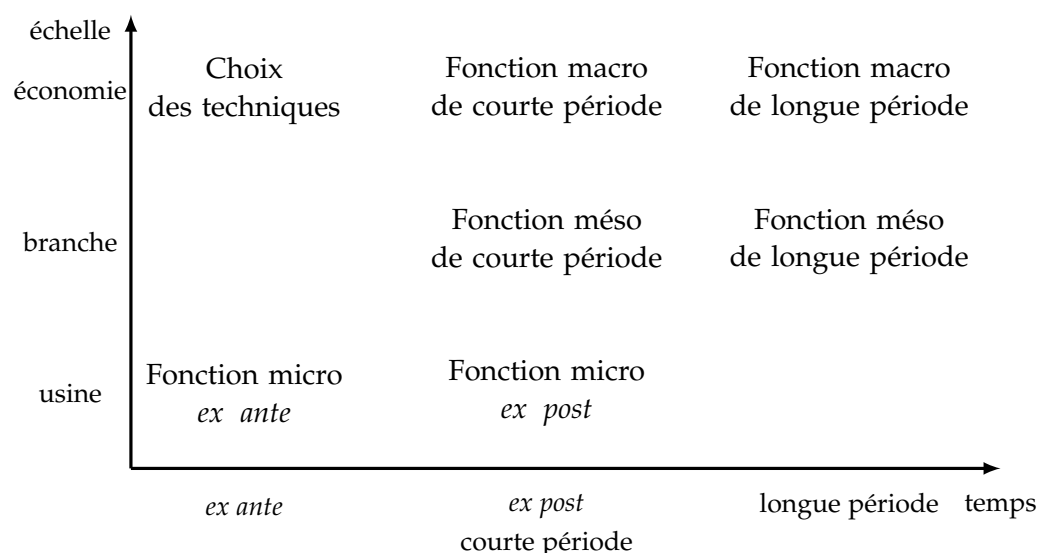


FIGURE 3.1: Différentes fonctions de production, selon le niveau d'agrégation et l'horizon temporel

quilles ne se produisent jamais. L'équilibre de longue période est donc un outil analytique qui ne doit aucunement être confondu avec une réalité historique.

On a donc trois temporalités différentes : *ex ante*, *ex post* (ou courte période) et longue période. On peut de plus considérer trois échelles différentes : celle de l'usine ou de l'entreprise, qui est le niveau micro-économique, celle de la branche d'industrie (niveau méso-économique) et enfin l'échelle de l'économie nationale (niveau macro-économique). Cela donne potentiellement naissance à neuf fonctions de production différentes², comme le montre la figure 3.1.

Le passage d'une échelle à une autre donne naissance à différentes procédures d'agrégation, qui seront traitées au cours de ce chapitre. Le passage de l'usine à la branche nécessite de sommer les productions équivalentes des différentes entreprises, pour obtenir la production agrégée de la branche. Il n'est en revanche pas obligatoire d'agréger les inputs, c'est-à-dire de rassembler les différents inputs en un seul indice d'input. En revanche le passage de la branche à l'économie nécessite d'une part d'agréger les différents inputs utilisés par les différentes branches en un seul input agrégé, par exemple le capital, d'autre part d'agréger les outputs hétérogènes des différentes branches.

La controverse de Cambridge porte avant tout sur la fonction de production macro de longue période, celle en haut à droite du graphique 3.1. Plus spécifiquement, on se donne un certain nombre de techniques de production macro-économique *ex ante* et on se demande quelles sont les techniques choisies et quelle est la forme de la « frontière de production » permise par ces choix de techniques.

2. Johansen (1972, chap. 2) ne considère que quatre fonctions de production : la fonction micro *ex ante*, la fonction micro *ex post*, la fonction macro de courte période, la fonction macro de longue période. Pour des raisons qui seront claires plus tard (cf. 3.4.2), il nous est apparu nécessaire d'ajouter le niveau méso-économique. Les constructions de Johansen de la fonction macro de courte période sont en fait des constructions de la fonction méso.

Dans la controverse, la discussion sur la fonction de production macro-économique se limite à une fonction de production à deux facteurs : travail et capital. Dans l'interprétation standard, la fonction de production macro-économique est supposée représenter l'ensemble des possibles efficaces d'une économie, c'est-à-dire la production maximale que l'on peut obtenir en mobilisant une quantité de travail et une quantité de capital. La critique de Cambridge questionne justement cette représentation des possibilités de production d'une économie.

La fonction de production de l'Économiste résulte de la contamination de sens entre les niveaux micro et macro. Au niveau micro, les intrants ont un sens physique, mais les technologies sont souvent discrètes, avec de faibles possibilités de substitution. Au niveau macro, les possibilités de substitution devraient être plus importantes, et la fonction de production plus régulière. La fonction de production idéalisée par l'Économiste, avec une large substitution entre les facteurs et une interprétation en termes physiques, est ainsi une chimère. Elle est l'alliage du flexible macro avec le tangible micro. C'est cette chimère qui sert à décrire les réalités économiques. La fonction de production macro est interprétée comme une fonction de production micro-économique, où toutes les variables peuvent s'interpréter de manière physique, et où l'on peut parler de productivité marginale d'un input, c'est-à-dire l'incrément de production permis par l'augmentation de cet input. Elle hérite donc du réalisme du niveau micro. Au niveau macro-économique, les choses sont pourtant moins évidentes, en raison des différents sens que prend le capital. C'est vers cette dernière notion que nous nous tournons maintenant pour terminer notre explicitation des termes de la controverse de Cambridge.

3.1.3 *La double signification du capital*

La notion de capital a en effet deux significations (Veblen, 1908; Robinson, 1971b, p. 19-22). Dans la première, le capital est un montant monétaire investi qui donne un droit de propriété sur une part du produit futur. Ce capital que l'on peut dire financier ou monétaire, peut être mesuré en valeur monétaire. On notera \mathcal{K} une quantité de capital mesurée en valeur. Dans la seconde signification, le capital est un ensemble de biens, équipements spécifiques, comme des machines, des installations industrielles, des infrastructures. Chacun de ces biens capitaux a une mesure qui lui est propre (nombre de machines, tonne d'acier, kilomètre de routes). On a donc en réalité, une hétérogénéité des biens capitaux, et parler de « capital » en général est un abus de langage. Le « capital » n'a pas d'unité naturelle, lorsqu'il n'y a plus un seul bien capital homogène, mais plusieurs biens capitaux, hétérogènes entre eux. Dans les modèles simples d'économie à deux secteurs, d'inspiration ricardienne, on considère par exemple que le blé (avances de la production nécessaire aux semailles) et le fer (pour le matériel agricole) sont deux biens capitaux. Il n'y a pas de façon évidente d'agréger ces deux quantités. Si en revanche on a un seul bien capital, alors on peut parler du capital en données physiques (par exemple, le blé). On notera alors K une quantité de capital exprimée en valeur physique. Naturellement si p_K est le prix du capital, alors on peut écrire : $\mathcal{K} = p_K K$.

Il importe de noter les conséquences de la double nature du capital. Si un capital physique peut avoir une productivité marginale, il est problématique de parler de la productivité marginale du capital en général, étant donné que l'on manque d'une mesure commune des biens capitaux. L'incrément de production généré par l'augmentation d'une « unité de capital » ne signifie rien.

Pour le travail, des problèmes similaires pourraient se poser, si l'on considérait qu'il existe plusieurs sortes de travail (travail simple, travail complexe). Ici, nous prendrons toujours le travail comme une quantité homogène. De toute façon, il est toujours possible de mesurer le travail en unité naturelle, comme les heures travaillées. C'est généralement ce que l'on fait lorsqu'on parle de productivité du travail : on divise le produit par le nombre d'heures travaillées, sans souci de qualité. La même remarque s'applique au facteur de production terre. Même si les terres ont une productivité différente, on peut toujours les mesurer de manière naturelle en choisissant une unité de surface.

Les deux notions de capital s'opposent donc au niveau de la mesure et du sens qu'il faut leur donner : ensemble d'équipements hétérogènes, mesurés de manière physique, ou montant monétaire de valeur. Cette opposition entre capitaux physiques hétérogènes et capital financier homogène représente en fait une nature duale du capital, que l'on peut discerner dans le rapport au temps, à l'investissement et à l'incertitude. Le capital financier, mobile, doit trouver à s'investir et se muer en capitaux physiques fixes, immobiles. L'investissement doit se concrétiser en capitaux physiques pour devenir productif et rapporter un profit. On estime généralement que le capital financier reçoit un taux de profit uniforme. En effet les investissements se font là où la rentabilité des capitaux investis est la plus profitable. Dans une hypothèse de liberté d'investissement, il y a égalisation des taux de profit. Cette égalité des taux de profit pose problème au niveau des biens capitaux physiques. Car le capital investi est figé et ne peut pas se déplacer. C'est la réconciliation entre des biens capitaux hétérogènes et un taux de profit uniforme qui est au cœur de la difficulté de la notion de capital.

On voit également que la notion de capital engage également le rapport au temps de l'économie. Le capital physique présent dans un moment de l'économie est hérité des décisions d'investissement passées. La raison en est que le capital physique est généralement durable, il est en usage pour plusieurs périodes après sa construction. D'un autre côté, les capitalistes voudraient allouer le capital monétaire, leurs droits de propriété, en fonction des plus forts profits attendus. Ici, on touche à la question de l'évaluation du futur et des anticipations des capitalistes. Le capital financier est à la fois le montant investi et à la fois les anticipations de revenus futurs capitalisés. Hors équilibre, il n'y a pas de raison que ces évaluations coïncident.

Le capital est donc le lieu des tensions temporelles de l'économie, entre passé hérité et futur anticipé. L'hypothèse d'un état stationnaire, ou d'équilibre de longue période, enlève précisément les possibilités de toutes tensions. En effet dans l'état stationnaire, le présent se répète identique à lui-même. Passé et futur sont donc concentrés dans le présent. L'état stationnaire est celui d'un âge an-historique, qui baigne dans une éternité. Dans cet état stationnaire, les capitaux physiques sont toujours à la bonne place. De plus, à l'équilibre, le montant in-

vesti est égal au montant déprécié, les profits compensent exactement les coûts des capitaux.

Concernant les biens capitaux physiques, une autre hypothèse peut avoir des conséquences semblables à l'hypothèse de l'état stationnaire, il s'agit de l'hypothèse de malléabilité parfaite du capital, et d'ajustement instantané aux nouvelles conditions. Le capital physique est la parfaite contre-valeur du capital financier. Avec cette hypothèse, le présent est déconnecté du passé. Le passé n'a plus d'influence, car son héritage est automatiquement et instantanément reconfiguré pour les exigences du présent. Dans ce cas, l'économie est sous la seule dépendance des anticipations du futur.

Maintenant que le cadre est posé et que les termes du débat ont été définis, nous présentons la critique de Cambridge de la fonction de production agrégée.

3.2 LA CONTROVERSE DES DEUX CAMBRIDGE

L'exposé commence par la présentation standard de la théorie néo-classique, en partant de l'existence d'une fonction de production macro-économique agrégée (3.2.1). La prise en compte de la différence entre le capital comme quantité physique et le capital comme valeur introduit des complications que l'on appelle les effets Wicksell-prix (3.2.2). En partant d'une description alternative des possibilités macro-économiques (3.2.3), la critique de Cambridge remet en cause l'existence d'une fonction de production agrégée (3.2.4).

3.2.1 *Fonction de production agrégée et frontière des prix des facteurs*

La théorie néo-classique fait l'hypothèse qu'il existe une fonction de production agrégée. Cette fonction agrégée \mathcal{F} relie la quantité de travail L et de capital \mathcal{K} à la quantité de bien final \mathcal{Y} . Ici, on suppose que la quantité de capital est mesurée en valeur, c'est-à-dire en unité de bien final (nous verrons en 3.2.2 comment les résultats changent si l'on considère une mesure du capital en unité physique) ; le travail est mesuré en variable physique. Nous notons :

$$\mathcal{Y} = \mathcal{F}(\mathcal{K}, L) \quad (3.1)$$

La théorie néo-classique suppose que, au niveau agrégé, tout se passe comme s'il existait un producteur unique, preneur de prix, qui maximise son profit pour choisir le montant optimum de capital et de travail. Le prix du capital est r (taux d'intérêt) et le prix du travail w (salaire réel en unité de bien final).

$$r = \partial_{\mathcal{K}} \mathcal{F} \quad (3.2)$$

$$w = \partial_L \mathcal{F} \quad (3.3)$$

$$(3.4)$$

La part du produit qui revient au capital est alors $r\mathcal{K}$ et celle qui revient au travail wL .

En l'absence d'autres facteurs de production, on souhaiterait que les rémunérations des facteurs de production épuisent le produit, c'est-à-dire que $\mathcal{H} \cdot \partial_{\mathcal{H}} \mathcal{F} + L \cdot \partial_L \mathcal{F} = \mathcal{F}$. D'après le théorème d'Euler, ce sera le cas si la fonction de production agrégée est homogène de degré 1. Interprétée en termes économiques, cette condition signifie qu'il n'y a pas de rendement d'échelle au niveau macro : multiplier la quantité de capital et de travail par n multiplie la production par n . Pour des raisons de cohérence de la théorie de la productivité marginale, l'hypothèse d'absence de rendement d'échelle est généralement retenue, quoiqu'elle n'ait rien d'évidente *a priori*. Lorsque la fonction de production est, par hypothèse, homogène de degré 1, on écrit $\mathcal{Y} = f(k)L$ avec $k = \mathcal{H}/L$. Les conditions du premier ordre deviennent alors :

$$r = f'(k) \quad (3.5)$$

$$w = f(k) - kf'(k) \quad (3.6)$$

La combinaison des deux relations donne $f(k) = w + rk$. Le produit par tête se sépare en salaire et intérêt sur le capital par tête. Le problème du producteur est de choisir un montant de capital par tête, c'est-à-dire une technique de production. On peut en effet considérer qu'à chaque niveau de capital par tête correspond une technique utilisée dans l'économie. Plus le capital par tête est important, plus la technique est « mécanisée ». Le choix des techniques de production à l'échelle de l'économie se résume ici au choix d'un montant de capital par tête.

La représentation standard du choix du capital par tête est de tracer la fonction de production réduite $f(k)$ dans le plan (k, y) . Dans ce cas si l'on se donne un taux d'intérêt, le capital par tête choisi est le point où la pente de la tangente à la fonction de production vaut le taux d'intérêt, le salaire est donné par l'ordonnée à l'origine de la tangente.

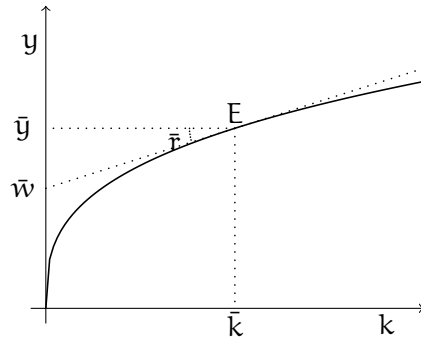


FIGURE 3.2: Fonction de production et choix des techniques (définies par le capital par tête)

Cette représentation usuelle suppose néanmoins qu'il existe une fonction de production. Comme il s'agit là d'une hypothèse que nous souhaiterions pouvoir contester, il faut une représentation alternative du choix des techniques de production. La controverse de Cambridge a été conduite dans le plan (r, w) .

Si l'on trace dans ce plan le salaire w et le taux d'intérêt r en fonction du capital par tête, on obtient une courbe que l'on appellera frontière des profits-salaires.

Comme le remarque [Harris \(1973\)](#), cette appellation est préférable à la dénomination frontière des prix des facteurs, qui suppose qu'il existe des facteurs de production agrégés, capital et travail dont salaires et profits seraient la rémunération³. L'existence d'un facteur de production agrégé que l'on pourrait nommer « le » capital est précisément l'objet de notre enquête.

La frontière des profits-salaires est donnée par les relations (3.5,3.6). En utilisant les conditions de maximisation, on peut calculer la pente de la frontière des profits-salaires : $\frac{dw}{dr} = \left(\frac{dw}{dk}\right) / \left(\frac{dr}{dk}\right) = -k$.

PROPRIÉTÉ DE LA FRONTIÈRE DES PRIX DES FACTEURS. *En un point (r, w) de la frontière des salaires, la pente de la tangente à la frontière donne l'opposé de la valeur du capital par tête dans l'état (r, w) de l'économie. L'ordonnée à l'origine de la tangente correspond au produit net par tête.*

Cette propriété est valable parce que l'on a supposé qu'il existait une fonction de production agrégée reliant la valeur du capital, la quantité de travail et la production de bien final, que cette fonction de production était homogène de degré 1, et que le producteur avait un comportement concurrentiel. Dans ces conditions, la frontière des prix des facteurs permet de retrouver toutes les données de l'économie (produit et capital par tête). Lorsque les deux dernières conditions ne sont plus vérifiées, ce n'est plus vrai en général, comme on le montre dans l'appendice A.2. À cause de rendements d'échelle non constants ou de comportement monopolistique, la rémunération des facteurs n'épuise plus le produit, et la frontière des prix des facteurs permet tout juste de retrouver la valeur du capital par tête.

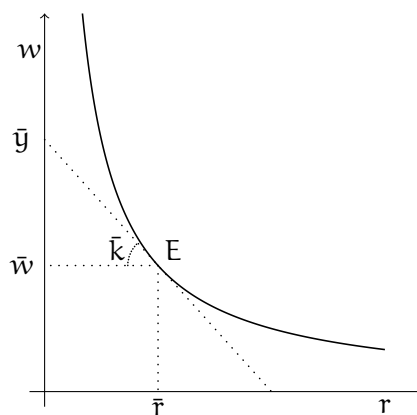


FIGURE 3.3: Frontière des profits-salaires, déduite d'une fonction de production

3. Nous assimilons, comme il est courant lorsqu'on compare l'approche néo-classique avec d'autres approches, par exemple l'approche ricardienne, taux d'intérêt et taux de profit. La théorie keynésienne fait une différence forte entre le taux de profit sur les capitaux investis et le taux d'intérêt versé aux rentiers ([Robinson, 1971b](#), chap. 3). Les profits d'une entreprise au sens keynésien sont décomposés en paiement d'intérêts aux rentiers et revenus des entrepreneurs. La théorie néo-classique appelle profit (ou profit pur, ou surprofit) uniquement ce qui revient aux entrepreneurs. Dans les hypothèses spécifiques de la théorie néo-classique (situation concurrentielle, état stationnaire), le profit pur est nul.

La construction de la frontière des profits-salaires et les équations afférentes permettent de présenter les trois PARABOLES qui accompagnent l'existence d'une fonction de production (Samuelson, 1962).

- le taux d'intérêt r est fixé par la productivité marginale décroissante du capital, qui est une condition technique ;
- un taux d'intérêt plus faible conduit à une technique avec plus de capital par tête et plus de produit par tête ;
- la rareté relative des facteurs capital et travail explique la répartition du produit entre les facteurs.

On peut reformuler la deuxième parabole, en disant que la baisse du taux d'intérêt conduit à l'adoption de technique plus mécanisée, plus intensive en capital. Un taux d'intérêt plus bas correspond au choix d'une technique avec plus de capital par tête. Les techniques sont donc ordonnées selon leur capital par tête. Il y a un classement univoque des techniques. Ces trois paraboles sont à la base des raisonnements néo-classiques sur l'effet de l'accumulation du capital sur le produit et le taux d'intérêt.

Dans cette section, nous avons présenté la parabole néo-classique en supposant qu'il existait une fonction de production à partir du capital en valeur. Nous avons dû faire la distinction entre capital physique et capital valeur pour des raisons pédagogiques, car cette distinction est importante pour la suite de l'exposé. Il faut toutefois bien retenir que cette distinction n'est pas faite dans l'exposé standard de la parabole néo-classique. Cette distinction est le produit d'autres théories du capital, comme la théorie autrichienne du capital, qui partent de biens capitaux et en déduisent la valeur.

Dans la parabole néo-classique originelle, celle de John Bates Clark, le capital est pensé comme une réalité physique, un vrai facteur de production, et non un agrégat de biens hétérogènes avec des durées de vie disparates. Le monde néo-classique est celui d'un monde à un bien qui sert à tout faire, consommation et capital. Le capital est alors une sorte de pâte homogène, un mastic que l'on peut former comme l'on veut. Ce capital homogène du monde à un bien est appelé souvent « reica », miroir du mot acier (en anglais *leets*). Dans ce monde, la quantité de capital-physique et de capital-valeur sont une seule et même chose : le capital est le bien final, et donc le prix du capital est constant par normalisation, égale à 1. La parabole néo-classique du capital traite donc le capital comme une vraie substance.

La fonction de production reliant capital et travail au bien final doit donc être envisagée avec un sens physique fort. La productivité marginale du capital est une réalité tangible, que l'on peut calculer en divisant l'incrément de production permise par une quantité additionnelle de capital. Elle explique le taux d'intérêt. Cette vue est bien exprimée par Samuelson (1966a) : « Until the laws of thermodynamics are repealed, I shall continue to relate outputs to inputs—i.e., to believe in production functions. Until factors cease to have their rewards determined by bidding in quasi-competitive markets, I shall adhere to (generalized) neoclassical approximations in which relative factor supplies are important in explaining their market remunerations. » L'appel aux lois de la thermodynamique rend évident le contenu physique de la fonction de production néo-classique. Cette concep-

tion reste cependant à l'arrière-plan ; elle est rarement formulée clairement et explicitement.

L'imaginaire néo-classique est toutefois rendu explicite dans les travaux de Kümmel. Nous avons vu (2.3.1) que celui-ci utilise les mêmes méthodes que les néo-classiques pour estimer la part de l'énergie. Il ne conteste pas l'existence des fonctions de production, mais pense avoir trouvé une fonction de production plus « vraie » que la fonction Cobb-Douglas. Voilà comment il défend l'existence de la fonction de production : « Since work performance and information processing are subject to the causal laws of nature, their result, the economic output, should depend as uniquely on the work-performing and information-processing production factors capital, labor, and energy as any state function of physical systems depends on its physical variables. » (Lindenberger et Kümmel, 2011, p. 6011)

Pour Kümmel, le capital est donc une quantité physique et la fonction de production a la même réalité que les variables d'état d'un système physique. Rappelons que, pour un système physique, les variables d'état sont des variables qui ne dépendent que de l'état présent du système, et non du chemin parcouru pour atteindre cet état. Or, c'est précisément ce qui ne peut arriver pour le capital et pour la production économique. À un instant donné, le capital n'est pas une quantité physique que l'on peut évaluer indépendamment de l'histoire présente et passée du système économique. Les biens capitaux concrets sont le résultat des investissements passés, et les livres de compte, à partir desquels est calculé le profit, enregistrent les dépenses engagées pour acquérir ces biens capitaux. Les marchés financiers évaluent en théorie le capital en fonction des flux espérés de profit. Le capital à un moment donné dépend donc à la fois du passé de l'économie et de l'anticipation de sa trajectoire future : ce ne peut être une variable d'état.

La conception néo-classique d'une fonction de production agrégée comme représentation de relations physico-techniques de la production paraît donc intenable sur un plan philosophique. La critique de Cambridge va contester les paraboles néo-classiques. Il s'agit de savoir si elles sont représentatives des phénomènes économiques qui peuvent survenir hors du monde à un bien.

Jusqu'à présent, nous nous plaçons dans le monde néo-classique où la fonction de production est donnée à l'origine, en fonction d'une quantité de capital donnée en valeur mais équivalente à une quantité physique de bien capital homogène. Nous allons maintenant étudier la différence entre une spécification de la fonction de production en capital-valeur et capital-physique.

3.2.2 L'effet Wicksell

Différences entre capital physique et capital-valeur

Quelles sont les conséquences d'une fonction de production en valeur $\mathcal{Y} = \mathcal{F}(\mathcal{K}, L)$ et d'une fonction de production en quantité physique $Y = F(K, L)$?

La valeur du capital est reliée à la quantité physique de capital par le prix du capital : $\mathcal{K} = p_K K$. Ce prix dépend de l'ensemble des caractéristiques de l'économie. Comme précédemment, on choisit le bien final comme numéraire dans toute la suite, c'est-à-dire que l'on pose $p_Y = 1$, et donc sous réserve de cette condition de normalisation, $\mathcal{Y} = Y$. Nous ne sommes pas intéressés pour l'instant

par les difficultés à mesurer le produit Y , et supposons donc que la production de bien final est homogène et peut être mesurée dans des unités naturelles.

Comment peut-on passer d'une fonction de production en fonction de la valeur du capital à une fonction de production en fonction de la quantité physique de capital ?

Supposons que l'on connaisse la fonction de production en fonction de la quantité de capital en valeur $\mathcal{Y} = \mathcal{F}(\mathcal{K}, L)$, alors on peut définir une fonction de production en fonction de la quantité physique de capital : $F(K, L) = \mathcal{F}(p_K K, L)$. Il faut bien voir que la fonction ainsi définie ne doit être une fonction que de K et L : c'est bien ce que signifie la fonction de production, qui ne dépend que des inputs. Autrement dit, dans l'expression de définition, on considère que le prix du capital ne dépend que des quantités de capital et de travail de l'économie : $p_K(K, L)$.

On peut donc calculer la productivité marginale du capital physique, à travail constant :

$$\partial_K F = \partial_{\mathcal{K}} \mathcal{F} \cdot (p_K + \partial_K p_K \cdot K) \quad (3.7)$$

Réciproquement, supposons que l'on connaisse la fonction de production en fonction de la quantité de capital physique $Y = F(K, L)$, alors on peut définir une fonction de production en fonction de la valeur de capital : $\mathcal{Y} = \mathcal{F}(\mathcal{K}, L) = F(\frac{\mathcal{K}}{p_K}, L)$, où le prix du capital ne dépend cette fois que de la valeurs du capital et de la quantité de travail de l'économie : $p_K(\mathcal{K}, L)$. On peut alors calculer $\partial_{\mathcal{K}} \mathcal{F}$, que l'on peut appeler rentabilité marginale du capital-valeur :

$$\partial_{\mathcal{K}} \mathcal{F} = \partial_K F \cdot \left(\frac{1}{p_K} - \frac{\partial_{\mathcal{K}} p_K \cdot \mathcal{K}}{p_K^2} \right) \quad (3.8)$$

On constate ainsi qu'il y a en général divergence entre productivité marginale du capital physique et rentabilité marginale du capital valeur. Cette divergence est directement reliée à la variation du prix du capital en fonction du montant de capital. Si le prix du capital ne dépend pas du montant de capital accumulé, alors les deux quantités coïncideront. En revanche, si le prix varie, ce ne sera pas en général le cas. De plus, si le taux d'intérêt est fixé par la productivité marginale du capital-physique (et non plus comme dans la partie 3.2.1, par la rentabilité marginale du capital-valeur), alors l'équation (3.2) devient : $rp_K = \partial_K F$. De la sorte, le calcul de la pente de la frontière des profits-salaires fera apparaître un terme en $\partial_K p_K$. La pente de la frontière des profits-salaires ne sera donc plus égale à la valeur du capital par tête, lorsque le prix du capital varie sur la frontière.

La différence entre capital-valeur et capital-physique, lorsque le prix du capital n'est pas constant, a donc deux conséquences. La première est qu'il n'est plus possible de parler de manière univoque de la productivité marginale du capital, sans préciser si l'on entend le capital en valeur ou le capital physique. La seconde a trait à l'interprétation qu'il faut donner de la productivité marginale du capital. Lorsque le capital est mesuré en valeur physique, dire que le taux d'intérêt est fixé par la productivité marginale du capital physique a un sens, car cette productivité est mesurée indépendamment du taux d'intérêt. Lorsque

le capital est mesuré en valeur, la rentabilité marginale du capital-valeur dépend en général du taux d'intérêt, car le capital-valeur en dépend. Pour le voir clairement, on peut se référer à l'expression (3.8), qui calcule la rentabilité marginale du capital-valeur lorsqu'existe également un capital physique associé. Cette quantité dépend du prix du capital et donc du taux d'intérêt. Les néo-classiques objectent qu'à l'équilibre, toutes ces quantités sont fonctions les unes des autres dans un jeu d'équations simultanées et que cela ne pose pas de problème. Il est vrai que les équations peuvent être parfaitement bien définies et avoir une solution, éventuellement unique. Mais ce n'est pas la question qui préoccupait les critiques de Cambridge, et surtout Joan Robinson. La question était de savoir quelle interprétation on peut donner à la théorie de la répartition selon le produit marginal. Autrement dit, la question n'est pas de fournir une relation entre le taux d'intérêt et la quantité de capital, mais d'*expliquer* la formation du taux d'intérêt. C'est une causalité qui est recherchée : c'est ce que ne peut pas fournir une série d'équations simultanées, où les quantités sont co-déterminées.

L'exemple canonique de la différence entre le calcul en fonction du capital-valeur et du capital-physique a été donné par Wicksell. Cet exemple constitue une première introduction aux subtilités de la théorie du capital hors du monde à un bien, où physique et valeur sont assimilés.

Un exemple détaillé

Considérons l'économie suivante. Un processus emploie un nombre de personnes L et permet de produire $Y = L.f(d)$ où $f(d)$ est une fonction de la durée d entre le début et la fin du processus. La fonction f est une fonction concave, donc à rendement décroissant. On peut prendre comme exemple la gestion d'une forêt : à chaque période, les ouvriers s'occupent des arbres, les plantent, les coupent, etc... La durée d est l'âge de maturation des arbres. Plus on attend, plus il y a de bois, mais plus cet incrément de production est faible avec l'âge (la vitesse de croissance des arbres se ralentit). Nous avons donc ici une économie très simple. L'enjeu est de comprendre le fonctionnement de cette économie et en particulier la signification du capital.

Notons qu'ici nous n'avons qu'une seule grandeur réelle qui est l'unité de la production du bien final, par exemple ce peut être des stères de bois. Les salaires sont payés dans cette unité.

La détermination des caractéristiques de cette économie s'effectue facilement avec les outils modernes. Le projet est décidé à la date 0 et s'étend jusqu'à l'infini. Les salaires sont w et le taux d'intérêt est r . Les coûts actualisés du projet viennent des dépenses en salaires, actualisées au taux r , soit $-\int_0^\infty w.L.e^{-rt} dt$. À partir de la date d , le produit arrive à maturation. Le projet produit la quantité $Y = L.f(d)$, les bénéfices actualisés sont alors $\int_d^\infty L.f(d).e^{-rt} dt$.

La valeur actualisée nette \mathcal{V} du projet est donc :

$$\mathcal{V} = \frac{L.f(d).e^{-rd} - w.L}{r}$$

Il faut enfin estimer le capital de cette économie. Il est constitué des salaires avancés entre le début du projet et le début de la production. Comme chez les

classiques, le capital représente les avances de production. Les salaires payés à chaque instant du temps sont $w.L$ et ils sont capitalisés au taux r . Lorsque la production débute à la date d , la *valeur* du capital est alors :

$$\mathcal{K} = \int_0^d w.L e^{rt} dt = \frac{w.L(e^{rd}-1)}{r} \quad (3.9)$$

La *valeur* de ce capital est exprimée en numéraire, c'est-à-dire en unité de produit fini. On voit également que la valeur du capital fait intervenir le taux d'intérêt r . Le capital n'est donc pas mesuré dans une unité propre et invariable, indépendamment des prix relatifs. Il ne peut être mesuré qu'en valeur.

Pour achever de caractériser cette économie, la manière standard impose deux conditions d'optimalité. La première est la maximisation du profit. L'entrepreneur a en effet le choix de la durée de maturation d . Il choisit d de telle sorte à maximiser la valeur nette actualisée du projet. En dérivant \mathcal{V} par rapport à d , on est alors conduit à la condition suivante :

$$r = \frac{f'(d)}{f(d)} \quad (3.10)$$

Remarquons que comme f est concave (f' décroissante), la durée d est une fonction décroissante de r . Autrement dit, plus le taux d'intérêt est faible, plus la durée de maturation choisie est importante. La durée de maturation du projet est une mesure du détour de production, pour reprendre une idée de Böhm-Bawerk. Ici une baisse du taux d'intérêt augmente le détour de production⁴.

La seconde condition est la condition de profit nul ($\mathcal{V} = 0$). Cette condition peut se comprendre comme le résultat d'un processus concurrentiel, et donc d'une adaptation du salaire ou du taux d'intérêt aux conditions de l'offre. Par exemple si la valeur est négative, les entrepreneurs refusent de faire le projet, ce qui fait baisser les salaires ou le taux d'intérêt, car les capitaux ne trouvent pas à s'employer. Si la valeur est positive, les entrepreneurs veulent tous faire le projet, ce qui fait monter les salaires ou les taux d'intérêt. Cette condition correspond à une condition néo-classique standard, de plein emploi des facteurs. L'équilibre est cependant postulé et non atteint au cours d'un processus d'ajustement, qui n'est que métaphorique. On trouve donc :

$$w = f(d) e^{-rd} \quad (3.11)$$

En reportant dans la définition du capital, on trouve alors que :

$$Y = r.\mathcal{K} + w.L \quad (3.12)$$

Autrement dit, la production se divise en salaires et intérêt du capital. On peut donc récapituler la vision du processus de production que nous avons acquise.

4. Le lecteur qui connaîtrait le retour des techniques (cf. 3.2.4) remarquera que ce phénomène est impossible ici. Cela signifie que les techniques de production sont bien ordonnées : à un taux d'intérêt plus faible correspond une durée de maturation plus longue. Le retour des techniques est impossible parce que les profils de dépenses et de recettes sont constants. Il pourrait avoir lieu si les profils étaient irréguliers.

Dans une première étape, dont la durée est fonction de la technique choisie, l'entrepreneur emprunte pour avancer les salaires. La somme finalement empruntée à la fin de la première étape constitue le capital. La seconde étape commence quand la production arrive à maturité. À partir de ce moment un flux constant de production arrive à chaque instant, la production paie les intérêt sur le capital et les salaires nécessaires à la poursuite de la production.

Connaissant L et \mathcal{K} , les équations (3.9), (3.10) et (3.11) permettent de déterminer d , r et w , et donc Y , en fonction de \mathcal{K} et L . Il existe donc une fonction de production $Y = \mathcal{F}(\mathcal{K}, L)$. Calculons la rentabilité marginale du capital-valeur.

On dérive la relation (3.12) en fonction de \mathcal{K} à L constant. Il vient :

$$\partial_{\mathcal{K}} \mathcal{F} = r + \partial_{\mathcal{K}} r \cdot \mathcal{K} + \partial_{\mathcal{K}} w \cdot L$$

En dérivant la relation (3.11), on reporte la relation (3.10), ce qui fait disparaître le terme en $\partial_{\mathcal{K}} d$; il vient alors : $\partial_{\mathcal{K}} w = -w d \partial_{\mathcal{K}} r$. Finalement :

$$\partial_{\mathcal{K}} \mathcal{F} = r + \partial_{\mathcal{K}} r (\mathcal{K} - w d L) \quad (3.13)$$

Comme $\mathcal{K} > w d L$ et $\partial_{\mathcal{K}} r < 0$, le second terme est négatif et vient en diminution du taux d'intérêt. La rentabilité marginale du capital-valeur ($\partial_{\mathcal{K}} \mathcal{F}$) est inférieure au taux d'intérêt (r). La dérivation de l'équation montre que l'égalité entre rentabilité marginale du capital-valeur et taux d'intérêt est précisément reliée à l'égalité entre la pente de la frontière des salaires et le capital par tête. En effet, le calcul effectué revient à dire que $\partial_{\mathcal{K}} w = \frac{dw}{dr} \partial_{\mathcal{K}} r$. Autrement dit, on a, de manière générale, en évaluant la dérivée du salaire par rapport au taux d'intérêt le long de la frontière de production :

$$\partial_{\mathcal{K}} \mathcal{F} = r + \partial_{\mathcal{K}} r \left(\mathcal{K} + \frac{dw}{dr} L \right) \quad (3.14)$$

On peut représenter la divergence entre le capital par tête et la pente de la frontière des profits-salaires de manière graphique. Sur la figure 3.4, la frontière des profits-salaires est tracée en trait plein. Si l'on choisit un état de l'économie E , on peut retrouver la production par tête y en suivant la courbe exponentielle tracée en pointillé et tangente à la frontière des profits-salaires, puisque $w = y e^{-rd}$. Le capital par tête est donné par $\bar{k} = (\bar{y} - \bar{w})/\bar{r}$, c'est-à-dire la tangente de l'angle $\overline{wE\bar{y}}$. On voit la divergence entre le capital par tête et la pente de la frontière des profits-salaires.

La divergence entre taux d'intérêt et rentabilité marginale du capital s'appelle effet Wicksell. Il se manifeste dès que l'on quitte le monde où capital physique et valeur sont par hypothèse confondus. Dans les représentations en termes de frontière des profits-salaires, l'effet Wicksell se traduit par la divergence entre capital par tête et pente de la frontière des profits-salaires. C'est une leçon importante à retenir pour comprendre les modèles de choix des techniques que nous étudierons au 3.2.4.

La réévaluation du stock de capital

Comment peut-on comprendre la divergence entre rentabilité marginale du capital et taux d'intérêt ?

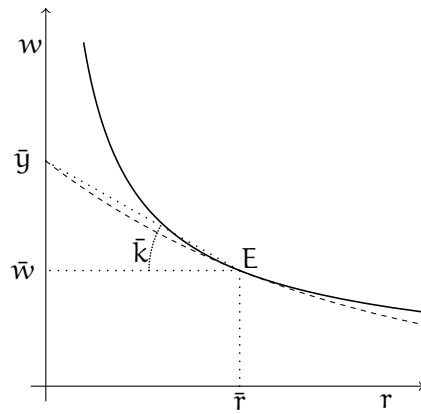


FIGURE 3.4: Frontière des profits-salaires dans l'exemple de Wicksell

La raison en est que le capital n'est pas dans notre exemple une pure donnée physico-technique. Une hausse du capital ne se traduit pas uniquement par un allongement de la durée de maturation, mais également par une réévaluation du stock de capital. Une hausse du capital entraîne donc un effet d'accroissement du capital technologique, mais qui est moindre que celle qui se produirait en l'absence de modification de prix relatifs qui réévalue le stock. La valeur du capital combine irrémédiablement des effets techniques (dépendance en d) et des effets de prix relatifs (dépendance en r).

Pour bien le voir, supposons qu'il existe un capital physique dont notre capital-valeur sera la quantité multipliée par le prix et que le taux d'intérêt soit la productivité marginale du capital physique. En consultant l'équation (3.8), on voit alors que la rentabilité marginale du capital-valeur est égale à la productivité marginale diminuée d'un facteur proportionnel à la variation du prix du capital physique engendré par une hausse du capital-valeur. Lorsqu'une hausse du capital-valeur se traduit par une appréciation du stock de capital-physique (hausse du prix du capital), la rentabilité marginale du capital-valeur sera inférieure à la productivité marginale du capital physique, c'est-à-dire au taux d'intérêt.

L'effet Wicksell étudié ici est une conséquence directe des difficultés de valorisation du capital d'une manière indépendante des prix relatifs des « facteurs » de production, ici le travail et le temps. Le contenu du capital, la méthode de production n'est pas ici en cause, mais seulement la dépendance du prix du capital aux conditions de la production. C'est pourquoi on l'appelle plus spécifiquement effet Wicksell-prix.

La situation est résumée en ces termes par Lange en 1935 : « An increase in money capital increases the net product of the economic system only in so far as it leads to an increase of real capital. However, money capital is used to purchase not only real capital goods (equipment) but also labour. The increase in wages resulting from a transfer of labour from direct to indirect use absorbs a part of the money capital saved and causes real saving to be smaller than monetary saving. This effect is counterbalanced by the fall in the rate of interest releasing some money capital which has been hitherto used for interest payments and which can now be invested in the purchase of real capital. » (in [Ferguson, 1972b](#), p. 171)

La situation décrite par Lange correspond précisément à l'effet Wicksell-prix tel que nous l'avons étudié. La terminologie de Lange apporte peut-être plus de confusions qu'elle n'éclaire la situation. Avec les mots capital monétaire et capital réel, un économiste d'aujourd'hui pourrait comprendre que Lange parle d'une différence entre la situation réelle et la situation nominale, et donc qu'au final il s'agit d'un problème monétaire, d'inflation en quelque sorte. L'exemple devrait dissiper cette confusion : il n'y a pas de monnaie dans notre exemple et toutes les valeurs sont exprimées en quantité réelle (en unité de produit final). Pour être cohérent avec la terminologie adoptée ici, il faut substituer dans le texte de Lange *physical* à *real* et *value* à *money*. Ce qui est en jeu ici est bien la mesure du capital. Dans l'exemple, la technique que permet d'acheter le capital est une durée de maturation plus longue. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un bien tangible ni d'une machine, cette technique de production est ce qui constitue le capital physique. Le capital valeur est lui la somme dépensée en salaires réels pour enclencher la production par cette technique. Comme nous sommes à l'équilibre concurrentiel, il est également la somme actualisée des profits.

Dans l'exemple, il n'y a aucun capital fixe, comme un bien capital ou une machine, comme l'entend Lange. Le seul capital est du capital circulant, c'est-à-dire des salaires qui sont automatiquement absorbés par le processus de production. Dans ce cas, on peut montrer que la rentabilité marginale du capital est plus faible que le taux d'intérêt, c'est-à-dire qu'il y a un effet Wicksell-prix positif : c'est comme si une hausse du capital valeur entraînait une hausse du prix du capital.

Lorsqu'on ajoute des biens capitaux fixes, l'effet Wicksell-prix peut être aussi bien positif que négatif. En 1923, Åkerman a construit un exemple où un bien capital fixe (par exemple une hache), qu'il faut produire avec du travail, intervient dans le processus de production décrit précédemment. Dans cet exemple, il est possible d'obtenir un effet Wicksell-prix négatif : une hausse du capital valeur entraîne une dépréciation du capital. Une hausse du capital valeur entraîne donc une hausse de capital physique plus forte que ce ne serait le cas en l'absence de dépréciation du capital. Le rendement marginal du capital valeur est alors supérieur au taux d'intérêt (Pasinetti, 1978).

3.2.3 Choix des techniques : économie à un bien

Nous allons à présent essayer de construire une fonction de production agrégée en partant des caractéristiques de base de l'économie. Ces caractéristiques décrivent les systèmes de production, c'est-à-dire la donnée d'un certain nombre de biens de consommations et de biens capitaux, ainsi que des méthodes pour produire ces biens. Les méthodes de production des biens (de consommation ou capitaux) sont spécifiées à l'aide de coefficients techniques de production, c'est-à-dire de la quantité d'inputs requise pour produire une unité d'output. À chaque méthode de production correspond en général un bien capital spécifique à cette méthode particulière de production. Le bien capital a lui-même sa propre méthode de production. Les méthodes de production pour les biens de consommation et les biens capitaux ne peuvent pas être choisies indépendamment les

unes des autres : les deux vont de pair dans un système de production. Nous utiliserons parfois le terme de techniques de production, pour se référer aux méthodes de production ou au système, quand l'ambiguïté n'a pas besoin d'être levée.

Les méthodes de production peuvent s'interpréter de deux façons. À la manière de Sraffa, les quantités d'inputs sont des quantités moyennes, à un niveau de production fixé. Les quantités moyennes pourraient varier avec la taille de l'économie mais celle-ci est fixée. À la manière de Leontief, on peut supposer que les rendements d'échelle sont constants, de sorte que les coefficients techniques représentent également la quantité marginale d'input pour la production. Dans la suite, on pourra considérer que nous sommes dans le cas familier où la technique de production est de la forme Leontief, où une quantité constante d'input est requise pour produire un output.

Pour construire une fonction de production agrégée à partir de la connaissance des systèmes de production, il faut faire un certain nombre d'hypothèses concernant l'état de l'économie. On suppose dans ce genre d'exercice que l'économie est dans un état stationnaire, c'est-à-dire que la production est constante, que le capital utilisé est juste remplacé. Il n'y a pas d'accumulation, les prix sont stables. Le taux de profit, égal à travers les secteurs, satisfait les attentes des capitalistes. L'économie se reproduit identique à elle-même de période en période. Elle est dans un état tranquille, éternel et immuable. On donne souvent le nom d'âge d'or à ce type d'état. Notons que l'on se place dans un cas favorable pour l'examen de la théorie néo-classique, car les complications temporelles sont écartées d'office.

Pour commencer, nous allons supposer qu'il n'y a qu'un seul bien dans notre économie : un bien final qui sert aussi de bien capital. On verra que dans le cas de ce monde à un bien, on retrouve les paraboles néo-classiques. Un système de production est constitué par la donnée de la seule méthode de production pour le bien final à tout faire.

courbe des profits-salaires d'une technique de production

Prenons une méthode de production permettant de produire un bien a à partir de travail et de ce bien. L'exemple standard est celui du blé, que l'on peut produire à partir de lui-même (pour les semences) et de travail (pour les opérations agricoles). Le blé est planté en début de période et il est récolté en fin de période. À ce moment, les salaires sont payés et une quantité de blé est mise en réserve pour le début de la période suivante pour reconstituer le stock de semences. L'économie est par hypothèse à l'état stationnaire, de sorte que le capital est constant par période.

On a ici, comme dans toute la suite, une méthode de production avec uniquement du capital circulant, c'est-à-dire du capital non durable, entièrement consommé pendant la période. La prise en compte de capital durable introduit de nombreuses complexités, puisque la méthode de production produit alors à la fois du bien final et une machine usagée (Bidard, 1998 ; Abraham-Frois, 2008, chap. 4). Il faudrait donc passer à l'analyse de la production jointe. Ici, la méthode de production est plus simplement caractérisée par la donnée de deux coefficients : l_a le coefficient de travail nécessaire pour produire une unité de

bien a et c_a le coefficient de capital (en bien a) nécessaire pour produire une unité de bien a .

Quelles sont les relations existantes entre les prix du capital, du bien a , du salaire et du taux d'intérêt ? La situation peut paraître triviale, mais il faut la traiter correctement pour éviter les erreurs. Souvent cet exemple n'est pas traité en détail, ce qui ne permet pas une compréhension en profondeur, ni une comparaison entre les différentes approches. Ici notre but est d'être le plus pédagogique possible.

Le capital, constitué de bien a , est compté naturellement en unité de bien a . Le prix du produit fini et le prix du capital sont ici la même chose. C'est un point crucial qu'il faut souligner. Les autres prix de l'économie sont w le salaire, exprimé en unité de bien a . Le taux de profit sur le capital investi est r .

Examinons d'abord le système du point de vue des quantités. À l'état stationnaire, une branche intégrée doit produire une unité de bien a et reproduire le capital circulant nécessaire à la production à la prochaine période. Un capital I , entièrement consommé au cours de la période, peut produire I/c_a de bien a . Pour que le système se reproduise en produisant une unité de bien a , il faut que $I/c_a = 1 + I$, soit $I = c_a/(1 - c_a)$. On voit que pour que le système soit viable, il faut que $c_a < 1$, c'est-à-dire que le processus consomme moins d'une unité de a pour produire une unité de a . Le capital de la branche pour une unité de production est donc $a_K = c_a/(1 - c_a)$, et le travail de la branche pour une unité de production est $a_L = l_a/(1 - c_a)$.

Comme nous sommes dans un système stationnaire, à l'équilibre de longue période, le prix du bien a est donné par son coût de production. Les dépenses pour la production sont le coût initial du capital et les salaires, payés sur le surplus, *post factum*⁵. On doit y ajouter un taux de profit r sur les capitaux avancés en début de période. Le coût de production est alors donné par $p_a = l_a w + c_a p_c + c_a p_c r$. Ici le bien a est le numéraire conventionnel $p_a = 1$, le prix du capital est le prix du bien $p_c = 1$. On trouve donc la relation suivante entre le salaire et le taux d'intérêt :

$$w = \frac{1 - c_a}{l_a} - \frac{c_a}{l_a} r \quad (3.15)$$

Le salaire maximal est $w_m = \frac{l_a}{1 - c_a}$, c'est aussi le produit par tête ; le taux d'intérêt maximal est $\frac{1 - c_a}{c_a}$. La situation est représentée sur la figure 3.5.

Dans cette économie la frontière des profits-salaires est une droite. La pente de cette droite est donnée par $dw/dr = -c_a/l_a$. Il s'agit bien du capital par unité de travail (dans la branche intégrée comme dans le processus de production du bien a). L'ordonnée à l'origine de la droite donne le produit net par unité de travail. Comme la tangente à la droite est la droite, il est aussi vrai que l'ordonnée à l'origine de la tangente à la frontière des salaires donne le produit net par unité de travail.

Nous avons donc construit la frontière des profits-salaires pour une technique de production.

5. Chez les classiques, l'hypothèse généralement retenue est que les salaires sont avancés par le capitaliste (Abraham-Frois, 2008, p. 34-35).

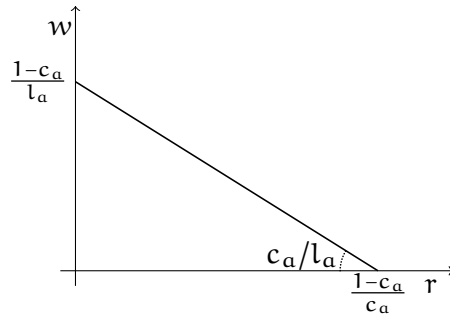


FIGURE 3.5: Frontière des profits-salaires avec une seule technique de production

choix des techniques

Considérons maintenant qu'il existe plusieurs techniques de production disponibles. Pour chaque technique de production, on obtient ainsi une courbe des profits-salaires spécifique à cette technique de production. Ce serait la frontière des profits-salaires de l'économie s'il n'existait qu'une seule technique. Mais plusieurs techniques existent.

Comment choisir les techniques de production ? La technique de production sélectionnée dépend des prix relatifs en vigueur dans l'économie. À salaire fixé, le capitaliste sélectionne la technique qui lui fournit le taux de profit le plus élevé. On choisit donc la technique qui rapporte le plus. Ainsi, la frontière des profits-salaires de l'économie est l'enveloppe supérieure de la famille des courbes de chaque technique de production. Sur la figure 3.6, on a représenté quatre techniques différentes. La technique en pointillé n'est choisie pour aucun taux de profit ou de salaire, elle est toujours moins rentable qu'une des trois autres. En revanche, la technique en ligne pleine est choisie pour des taux de profit faibles : elle est la plus intensive en capital (la pente est la plus élevée) et donne le produit par tête (l'ordonnée à l'origine) le plus élevé. La technique en grand tiret est choisie pour des taux de profit intermédiaires. La technique en petit tiret est choisie pour des taux de profit élevés : elle est la moins intensive en capital et donne le produit par tête le plus faible. L'enveloppe des courbes profits-salaires pour chacune des techniques choisies donne la frontière des profits-salaires de l'économie, représentée sur la figure 3.6 par la ligne brisée épaisse.

À chaque point (r, w) de la frontière des salaires correspond une technique optimale choisie. Par propriété de l'enveloppe d'une famille de courbes, la tangente à la frontière des profits-salaires pour l'économie dans son ensemble est également la tangente à la courbe des profits-salaires de la technique optimale. De la sorte, les propriétés de la frontière des profits-salaires (p. 178), valables pour tout point de la courbe des profits-salaires de la technique, sont également valables pour le point (r, w) spécifique où cette technique est optimale pour l'économie. En conclusion, dans le cas d'un monde à un bien, la frontière des profits-salaires permet bien de retrouver les variables de l'économie : capital par tête (tangente de la frontière), produit net par tête (ordonnée à l'origine de la tangente à la frontière).

La frontière des profits-salaires vérifie les bonnes propriétés que l'on attend s'il existe une fonction de production. À partir de cette courbe, on peut alors

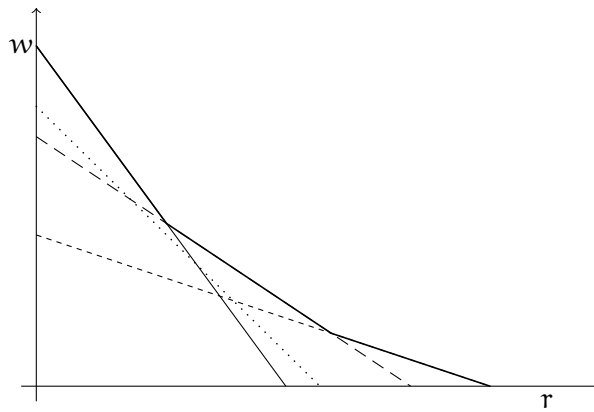


FIGURE 3.6: Choix des techniques dans un monde à un bien

construire un substitut de fonction de production. On suppose que la frontière des profits-salaires est convexe, de sorte que la pente de la tangente décroît (en valeur absolue) lorsque le taux d'intérêt augmente. On définit alors une correspondance entre le capital par tête et produit par tête. Pour un montant de capital, on cherche le point de la frontière des profits-salaires telle que l'opposé de la pente à la tangente donne le montant de capital. L'ordonnée à l'origine de la tangente donne alors le produit net par tête. Comme la frontière des profits-salaires est convexe, on définit ainsi une vraie fonction entre capital et travail, qui de plus est croissante. C'est la « fonction succédanée de production » de [Samuelson \(1962\)](#). La frontière des profits-salaires apparaîtra être le résultat de la maximisation, par un producteur concurrentiel, de cette fonction succédanée de production. Dans ce cas, les paraboles néo-classiques seront valides. Le taux de profit (que les néo-classiques interprètent comme un taux d'intérêt) est déterminé par la rareté du capital. Le capital a une vraie valeur physique car il est identique au bien final.

La fonction succédanée de production de la frontière des profits-salaires de la figure 3.6 est représentée sur la figure 3.7. Il faut bien comprendre que les segments de droite de la fonction de production correspondent aux points singuliers de la frontière des profits-salaires. En effet, le taux de profit (resp. le salaire) correspond à la pente (resp. l'ordonnée à l'origine) de la tangente au graphe de la fonction de production. Lorsque la fonction de production est un segment de droite, ils sont donc (localement) constants. Ces points correspondent à différentes proportions de deux techniques de production possibles à ce salaire ou à ce taux d'intérêt. De la même manière les points singuliers de la fonction de production correspondent aux segments de droite de la frontière des profits-salaires. Plusieurs répartitions du produit entre salaires et profit sont possibles lorsqu'une même technique de production est en vigueur. Sur la fonction de production, cela correspond à un seul point où la tangente est non définie, mais sur la frontière des profits-salaires à un segment de droite.

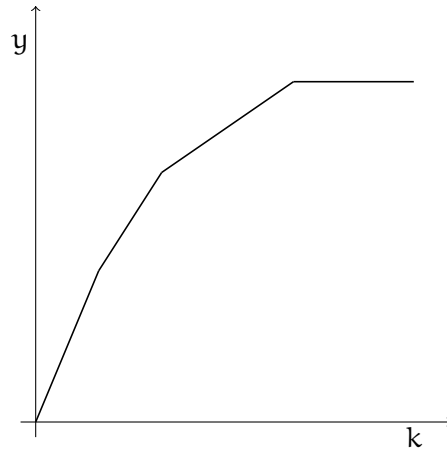


FIGURE 3.7: Fonction succédanée de production pour la frontière de la figure 3.6

3.2.4 Choix des techniques : économie à un bien, avec deux secteurs

Quittons le monde simple d'une économie à un seul bien final servant à la fois de bien de consommation et de bien capital.

Notre économie a toujours un seul bien de consommation, mais dorénavant le bien de consommation a est produit avec un bien d'investissement c et du travail. Le bien d'investissement est lui-même produit grâce à lui-même et du travail. Pour le bien final, on dispose de méthodes de production. Il faut bien comprendre que chaque méthode de production demande un bien d'investissement spécifique à la méthode de production en question. Pour être précis, il faudrait écrire que la méthode de production α du bien de consommation nécessite un bien d'investissement c^α , produit lui-même par une méthode de production du bien d'investissement que l'on peut encore appeler α . La combinaison des méthodes de production α pour le bien de consommation et le bien d'investissement constitue le système de production α .

C'est une hypothèse cruciale et nous nous permettons de la souligner fortement. Un bien capital propre à chaque méthode de production du bien de consommation signifie que les biens capitaux sont hétérogènes. Le bien capital de la méthode de production α est incommensurable avec le bien capital de la méthode de production β . Si le bien de consommation est du textile, on peut par exemple supposer que les biens capitaux sont deux métiers à tisser de type différent. Il n'y a pas moyen de donner une mesure commune, autre que monétaire, à ces biens capitaux. Si l'on supposait que les biens capitaux n'étaient pas hétérogènes entre méthodes de production, les considérations qui suivent se poseraient différemment. Nous aurions en effet d'emblée une mesure commune, physique, du bien capital, le même pour toutes les méthodes de production. En toute logique, on pourrait choisir indépendamment la méthode de production de l'unique bien capital et la méthode de l'unique bien final. La question serait donc profondément remaniée par rapport au problème auquel nous faisons face, qui est celui du choix de systèmes de production, c'est-à-dire le choix d'une mé-

thode de production et d'un bien capital spécifique avec sa propre méthode de production.

le monde de Samuelson

Supposons que les méthodes de production d'un système soient exactement les mêmes : elles demandent exactement les mêmes quantités de capital et de travail. Dans ce cas, la formulation n'est que superficiellement différente de celle d'un monde à un bien étudié dans la section précédente. Pour la construction de la fonction succédanée de production, [Samuelson \(1962\)](#) avait considéré un monde de ce type, d'où le nom que nous lui donnons. Le monde de Samuelson est un pseudo-monde à deux secteurs. Les biens d'investissement ou de consommation sont en fait indiscernables d'un point de vue économique. Parler d'un monde à deux biens dans ce cas est un artifice de langage. La construction de Samuelson est donc spécifique et restrictive.

Nous comprenons les remarques de [Garegnani \(1970\)](#) qui assure que : « la "fonction succédanée de production" de Samuelson n'est rien de plus que la fonction de production, dont aucun critique n'a jamais douté qu'elle existait dans une telle économie ». Le monde de Samuelson donne l'impression que les résultats du monde à un bien s'appliquent, en particulier que l'on peut construire une fonction succédanée de production. Toutefois, la signification du capital qui pourrait intervenir dans cette fonction succédanée doit être exposée. Si, en apparence, le monde de Samuelson est identique au monde à un bien, un simple changement de formulation va nous montrer la nature différente du capital agrégé de cette économie.

le monde de Hicks

[Hicks \(1965\)](#) s'est lui intéressé au cas où les techniques de production partagent les mêmes intensités capitalistiques dans les secteurs mais peuvent différer dans les quantités d'input effectivement requises. Le bien a est produit à l'aide de l_a unité de travail et de c_a unité de capital, tandis que le bien capital c est produit à l'aide de l_c unité de travail et de c_c unité de capital. L'égalité de l'intensité capitaliste s'écrit : $c_a/l_a = c_c/l_c$. Les proportions des facteurs sont les mêmes mais pas les grandeurs absolues.

Examinons l'état stationnaire de ce système du point de vue des quantités. La branche intégrée, permet de produire une unité de bien a et de reproduire le capital nécessaire. Un capital I , entièrement consommé au cours de la période, peut produire I/c_c de bien capital. Mais tout le capital I n'est pas utilisé dans le secteur d'investissement. Une partie c_a est mobilisée pour la production d'une unité de a . Pour que le système se reproduise en produisant une unité de bien a , il faut que $(I - c_a)/c_c = I$, soit $I = c_a/(1 - c_c)$. On voit que pour que le système soit viable, il faut que $c_c < 1$, c'est-à-dire que le processus de production du bien capital consomme moins d'une unité de capital pour produire une unité de capital.

Le coût de production est alors donné par $p_a = l_a w + c_a p_c + c_a p_c r$. Le prix du capital n'est plus le prix du bien a , mais il est fixé par une équation similaire

$p_c = l_c w + c_c p_c + c_a p_c r$. Ici le bien a est le numéraire conventionnel $p_a = 1$, de la sorte le système des prix de production s'écrit :

$$\begin{cases} 1 &= l_a w + c_a p_c (1 + r) \\ p_c &= l_c w + c_c p_c (1 + r) \end{cases} \quad (3.16)$$

Du fait de l'égalité des intensités capitalistiques, le prix du capital est égal à $p_c = l_c/l_a \cdot (l_a w + c_a p_c + c_a p_c r) = l_c/l_a p_a$. Le salaire et le prix du capital s'expriment ainsi :

$$w = \frac{1 - c_c}{l_a} - \frac{c_c}{l_a} r \quad (3.17)$$

$$p_c = \frac{l_c}{l_a} \quad (3.18)$$

La courbe des profits-salaires est alors une droite. L'étude de la propriété de la courbe demande quelques précautions. La pente ($dw/dr = c_c/l_a$) n'est plus égale au montant de capital par tête (qui vaut c_a/l_a , pour le secteur du bien de consommation et pour l'ensemble de l'économie, par hypothèse d'égalité des intensités capitalistiques). En revanche l'ordonnée à l'origine de la tangente est toujours égale au produit net par tête. On pourrait en déduire, comme [Ferguson \(1969b\)](#), que la parabole néo-classique n'est déjà plus vérifiée.

Cependant, la conclusion précédente n'a rien d'étonnante si l'on se reporte aux analyses de la section 3.2.1. En effet, la pente de la frontière des profits-salaires doit s'égaliser à la valeur du capital s'il existe une fonction de production en valeur. Dans le monde de Hicks, la pente de la courbe donne bien la *valeur* du capital par tête ([Harcourt, 1976](#), p. 45-46). En effet, le salaire est mesuré en unité de bien a , mais le capital par tête est mesuré en unité de bien c . Or la valeur d'un bien c en bien a est égale à $l_c/l_a = c_c/c_a$. En conclusion, la frontière des profits-salaires vérifie encore bien les propriétés voulues, à condition que l'on mesure le capital en valeur, et non en unités physiques.

Dans le monde de Hicks, on peut bien définir une fonction de production succédanée, mais le capital qui intervient dans la fonction succédanée de production n'est pas une quantité physique, mais une quantité de valeur. Dans le monde de Hicks, le prix du capital est cependant indépendant du taux d'intérêt : du fait de l'égalité des intensités capitalistiques, le prix du capital ne dépend que des rapports des contenus en travail entre le secteur c et a . Il n'existe pas d'effet Wicksell-prix. La pente de la frontière des profits-salaires est exactement la valeur du capital par tête et la rentabilité marginale du capital valeur est exactement égale au taux de profit.

Le monde de Hicks suppose uniquement les égalités des intensités capitalistiques entre secteurs et paraît plus général que celui de Samuelson. En réalité, il n'en est que superficiellement différent. Bien comprendre pourquoi est déterminant pour jeter toute la lumière sur la signification du capital dans le monde de Samuelson.

Rappelons que chaque bien capital est hétérogène à tous les autres. Chaque bien capital est mesuré dans une unité abstraite, qui lui est propre. Il est possible de changer cette unité de mesure. Mieux, cette mesure peut être changée indépendamment pour chacun des biens capitaux hétérogènes, qui sont incommensurables entre eux. Pour le répéter une fois de plus, s'il existait une mesure commune aux biens capitaux des différentes méthodes de production, toute cette discussion n'aurait pas lieu d'être.

En choisissant bien les unités pour chacun des biens capitaux, on retrouve alors le monde de Samuelson. On peut par exemple choisir l'unité de telle sorte que, mesuré dans cette unité, le bien capital demande la même quantité de travail que le bien de consommation⁶. Montrons comment on retrouve le cas de Samuelson. Pour bien insister sur le fait que cette renormalisation est spécifique à la méthode de production, les notations réintroduisent la référence à la méthode en exposant. Considérons la méthode α . Produire une unité de bien de consommation demande l_a^α unité de travail et c_a^α unité de capital. Produire une unité de capital demande l_c^α unité de travail et c_c^α unité de capital. On compte le capital en nouvelle unité. Une nouvelle unité est constituée de l_a^α/l_c^α anciennes unités. Alors produire une nouvelle unité de capital demande l_a^α unité de travail et c_c^α nouvelle unité de capital. Et produire une unité de bien de consommation demande l_a^α unité de travail et $c_a^\alpha \cdot l_c^\alpha / l_a^\alpha$ nouvelle unité de capital. Mais $c_a^\alpha \cdot l_c^\alpha / l_a^\alpha = c_c^\alpha$ du fait de l'égalité des intensités capitalistiques. En choisissant une unité adaptée à chaque bien capital, on a donc retrouvé le cas de Samuelson. Le prix d'une nouvelle unité de capital vaut $p_c l_a^\alpha / l_c^\alpha = 1$. Alors que dans la normalisation de Hicks le prix du capital paraissait varier en fonction du système de production, avec la normalisation de Samuelson, le prix du capital est constant à travers tous les systèmes de production, égal au prix du bien final. Par un choix astucieux d'unité, le bien capital paraît alors être homogène au bien final, alors qu'il n'en est rien.

Toutes ces conventions de normalisation n'affectent pas l'existence de la fonction succédanée. Mais cela jette une lumière sur la signification de la fonction de production que l'on a ainsi construite dans le monde de Samuelson et Hicks. D'une part, cette fonction de production repose sur l'égalité des intensités capitalistiques entre les secteurs, condition déterminante que l'exemple suivant va mettre en lumière. Grâce à cette hypothèse, le taux d'intérêt ne joue plus sur les prix car on peut compter en valeur travail. D'autre part cette fonction de production considère des quantités de capital mesurées en bien de consommation, c'est-à-dire qu'elle ne repose pas sur une quantité physique de capital, mesurée dans une unité propre, mais sur une quantité de valeur, mesurée en bien de consommation. Le capital dans cette fonction de production n'a donc pas un sens physique. On ne sait pas ce que signifie cette quantité agrégée. Il ne s'agit pas d'une quantité physique, dont la productivité marginale aurait un sens. Il s'agit d'un agrégat de valeur (valeur-travail qui plus est).

C'est le reproche qu'adressait Joan Robinson (1970, p. 311) à Samuelson, reproche difficile à comprendre sorti de son contexte : « The trouble was not me-

6. On aurait tout aussi bien pu adopter une autre convention de normalisation du bien capital α . Garegnani (1970) (voir section suivante) mesure le capital de telle sorte qu'une unité de bien capital demande une unité de travail.

rely that he had ignored Garegnani's warning and treated labour-value prices as the general case. The real mistake was to suppose that a pseudo-production function, which relates the rate of profit to the value of capital at the prices corresponding to that rate of profit, provides the "neo-classical parable." Neoclassical "capital" is a physical quantity which is independant of prices. » Si le monde de Samuelson permet de construire une fonction succédanée de production, on ne peut y traiter le capital comme une quantité physique. Le capital agrégé est un agrégat de valeur, qui est indépendant des prix (salaires et taux d'intérêt) parce que l'égalité des intensités capitalistiques permet de compter en valeur-travail.

le monde de Garegnani

Garegnani (1970) a montré que la construction de la fonction succédanée reposait sur l'hypothèse spéciale d'égalité de l'intensité capitaliste entre les secteurs.

Reprenons le système de Hicks sans faire cette hypothèse. Du côté des quantités, le système est identique au précédent. Il faut une quantité de capital $I = c_a/(1 - c_c)$, pour une reproduction du système dans un état stationnaire. La branche intégrée produit une unité de a en reproduisant la quantité I de capital. La quantité de travail de la branche intégrée est $l_a + l_c I$, tandis que la quantité de capital est $c_a + c_c I (= I)$. La quantité dans la branche intégrée de capital par travailleur est alors $\frac{c_a + c_c I}{l_a + l_c I} = \frac{c_a}{l_a + (l_c c_a - l_a c_c)}$.

Du côté des prix, le système d'équation est le même que celui (3.16) du monde de Hicks, mais la résolution donne cette fois :

$$w = \frac{1 - c_c(1 + r)}{l_a + (l_c c_a - l_a c_c)(1 + r)} \quad (3.19)$$

$$p_c = \frac{l_c}{l_a + (l_c c_a - l_a c_c)(1 + r)} \quad (3.20)$$

La courbe des profits-salaires n'est pas en général une droite. Sa concavité dépend du signe de $\theta = l_c c_a - l_a c_c$. Lorsque $\theta > 0$ (c'est-à-dire $c_a/l_a > c_c/l_c$: le bien de consommation est plus capitalistique que le bien capital), la courbe est convexe, lorsque $\theta < 0$ (le bien capital est plus capitalistique que le bien de consommation), la courbe est concave. Lorsque les intensités capitalistiques sont les mêmes dans les deux secteurs ($\theta = 0$), on retrouve le monde de Samuelson-Hicks et la courbe des profits-salaires est une droite. On trouve une illustration sur la figure 3.8.

Étudions plus précisément une courbe des profits-salaires avec cette technologie. On a représenté sur la figure 3.9 le cas où le secteur produisant le bien capital est plus capitalistique que le secteur du bien de consommation ($\theta < 0$). Lorsque $r = 0$, on obtient le salaire maximum, qui est aussi le produit net par travailleur de la branche intégrée $\bar{y} = 1/(l_a + l_c I)$. Prenons une position E de l'économie où règne un taux de profit \bar{r} et un salaire \bar{w} . La quantité $\bar{y} - \bar{w}$ représente le profit par travailleur. En divisant cette quantité par le taux d'intérêt, on doit trouver la valeur du capital par tête. On vérifie en effet que $(\bar{y} - \bar{w})/\bar{r} = p_c I/(l_a + l_c I)$. Géométriquement cette quantité est la tangente de l'angle $\widehat{\bar{w}E\bar{y}}$. Ainsi la valeur du capital par travailleur, donné par $\widehat{\bar{w}E\bar{y}}$, est différente de la pente de la tangente

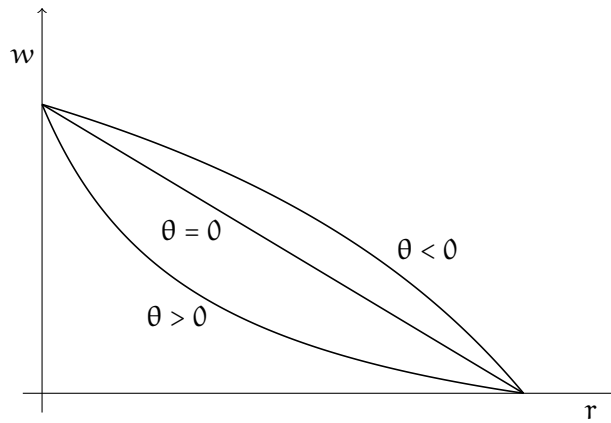


FIGURE 3.8: Courbe des profits-salaires pour différentes intensités capitalistiques relatives

à la courbe des profits-salaires. Ici la pente de la tangente à la courbe des profits-salaires est plus importante que la valeur du capital par tête dans l'économie. Cette différence est liée à un effet Wicksell-prix négatif : la quantité physique de capital est bien constante le long de la courbe (seule la répartition change), mais le prix varie lorsque le taux d'intérêt varie. On a en effet :

$$\frac{dp_c}{dr} = \frac{-l_c \theta}{(l_a + \theta(1+r))^2}$$

Pour $\theta < 0$, lorsque le taux de profit est moindre, le prix du capital diminue également. De la sorte, à des taux de profit plus bas sont associés des montants de capital valeur plus faibles. C'est parce que le secteur de production du bien capital est plus capitalistique que le secteur du bien de consommation. Le prix du bien capital incorpore plus de profit que celui du bien de consommation. Une baisse du taux de profit fait donc plus baisser le prix du bien capital que le prix du bien de consommation. Ce résultat est l'analogue du résultat d'Åkerman, évoqué au 3.4. On retrouve un effet Wicksell-prix positif lorsque la courbe des profits-salaires est convexe ($\theta > 0$).

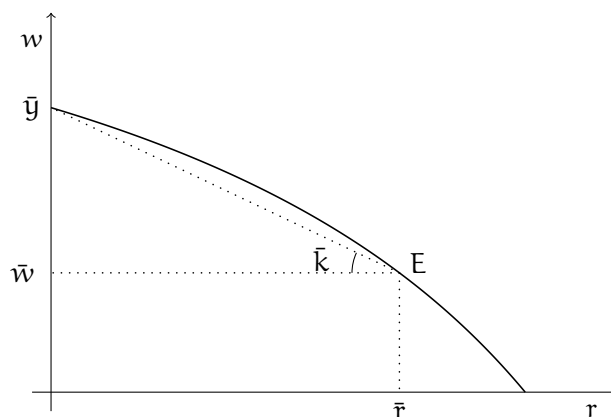


FIGURE 3.9: Courbe des profits-salaires dans le monde de Garegnani

En résumé, dès que les intensités capitalistiques sont différentes entre les secteurs, on voit apparaître des effets Wicksell. On ne peut donc plus construire une fonction de production avec un capital valeur agrégé dont la maximisation donnerait les caractéristiques de l'économie. La courbe des profits-salaires ne peut pas être le résultat de la maximisation d'une fonction de production, car elle ne vérifie pas les conditions nécessaires de la propriété p. 178. La raison en est que le prix du capital varie en fonction du taux de profit.

Dans ses premières critiques de la fonction de production, Robinson (1953, 1955b) faisait référence à ces effets Wicksell. Swan, un théoricien de la croissance, pensait que l'on se souciait trop des effets Wicksell et que les effets purement financiers devaient être séparables des effets physiques. Champernowne (1953) pensait avoir trouvé une construction pour éliminer les effets Wicksell-prix. Il voulait construire un indice purement physique de capital qui aurait éliminé le problème des effets Wicksell-prix. Avec un indice purement physique de capital, la fonction de production néo-classique aurait pu partir sur de nouvelles bases.

Champernowne (1953) proposait de construire son indice de la façon suivante. On classe les techniques utilisées en fonction du taux de profit où elles sont en usage. On attribue une mesure physique conventionnelle au capital de la technique utilisée pour le plus fort taux de profit. Le rapport entre la mesure physique du capital utilisé par la technique juste en-dessous et la première est donné par le rapport des valeurs des capitaux au taux de profit et de salaire où les deux techniques coexistent (c'est-à-dire où elles sont également profitables). De proche en proche, on construit ainsi un indice chaîné purement physique. Avec cet indice, seuls les changements dans le stock de capital sont enregistrés, au moment du passage d'une technique à une autre, et pas les changements en valeur, quand la même technique reste en place. Avec le capital calculé par cet indice, on peut alors montrer que la productivité marginale de cet indice de capital est égale au taux de profit. Il semblerait donc que la parabole néo-classique puisse être justifiée.

La construction de l'indice chaîné de capital n'est cependant possible qu'à condition que l'on puisse ordonner les techniques en fonction du taux de profit où elles sont choisies. C'est alors qu'intervient un phénomène insolite, qui a fait couler beaucoup d'encre. Prenons le cas de deux systèmes de production dans la configuration de la figure 3.10. Le système en tiret est préféré à la fois pour des taux d'intérêt forts, mais également pour des taux d'intérêt faibles. Dans ce cas l'indice de Champernowne enregistre une première valeur pour le capital physique en tiret, puis une autre pour le capital physique en trait plein, puis une seconde valeur, différente de la première pour le même capital physique en tiret. L'indice n'est donc pas un indice purement physique de capital puisque le même capital peut se voir attribuer deux valeurs différentes. Ce phénomène s'appelle le retour des techniques (*reswitching*), ou également effet Wicksell réel (Robinson, 1958). Cette dernière terminologie, un peu maladroite, montre que le phénomène va au-delà des effets Wicksell-prix exposés jusqu'à présent. Malgré les effets Wicksell prix, on pouvait encore parler d'une technique plus capitaliste qu'une autre. Ce n'est plus possible avec les effets Wicksell réels.

On peut avoir une intuition des raisons de ce phénomène en considérant le modèle autrichien de Samuelson (1966b), qui a admis les erreurs de son modèle de

1962. Le montant de capital est fonction du délai de production. Dans le modèle autrichien standard, des quantités de travail uniformes au cours du temps sont employées pendant une certaine période de production. À produit fini constant, plus le détour de production est important, moins il faut de travail à chaque instant. Dans ce cas, les paraboles néo-classiques sont valides. Mais si les quantités de travail varient au cours du processus, alors il n'y a plus de résultat général. Samuelson compare une méthode de production avec une quantité donnée de travail et un délai de production avec une autre méthode, plus longue, demandant moins de travail au début, mais plus ensuite. Dans ce cas, on ne peut pas dire d'emblée qu'une méthode est plus détournée que l'autre. La première est préférée pour des taux d'intérêt forts ou faibles, la seconde pour des taux d'intérêt intermédiaires. Au niveau micro, on trouvera des références à des exemples empiriques dans (Gowdy et al., 2013, p. 8). Un projet de barrage peut par exemple être approuvé pour des taux d'intérêt intermédiaires, mais rejeté pour des taux d'intérêt forts (à cause des coûts initiaux en capital) ou très faibles (à cause des pertes environnementales à long terme).

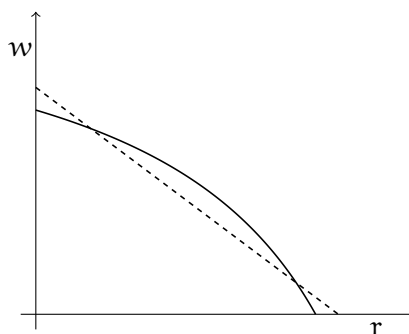


FIGURE 3.10: Le retour des techniques

Le retour des techniques a vraisemblablement été découvert par Sraffa dans son étude du système ricardien (Robinson, 1970, p. 309). Le livre de Sraffa n'est sorti qu'en 1960, et Joan Robinson (1953, p. 106) a entre-temps attribué ce paradoxe à son amie Ruth Cohen, d'où le nom parfois rencontré de *Ruth Cohen curiosum*. Le phénomène de retour des techniques contredit l'idée qu'à un taux d'intérêt plus faible correspond un système technique plus mécanisé, plus détourné, plus capitalistique. En réalité, un système peut être choisi à des taux d'intérêt différents et abandonné entre ces taux. Cela signifie qu'il n'est pas possible de définir de manière univoque ce qu'est un système plus mécanisé. On ne peut pas ranger, de manière absolue, les systèmes de production par degré croissant de mécanisation ou de capitalisation. Le classement des systèmes de production ne peut que s'effectuer dans un certain système de prix. En conclusion, on ne peut pas dire, indépendamment des conditions économiques, qu'un système de production est plus capitalistique, ou plus mécanisé qu'un autre. La notion de capital présent dans une économie ne peut pas être séparée du système de prix en vigueur. Le capital n'est pas une notion technique, mais une relation économique-sociale.

Garegnani (1970, p. 430) fournit un exemple détaillé où les effets Wicksell et le retour des techniques se combinent pour donner des relations inhabituelles. La

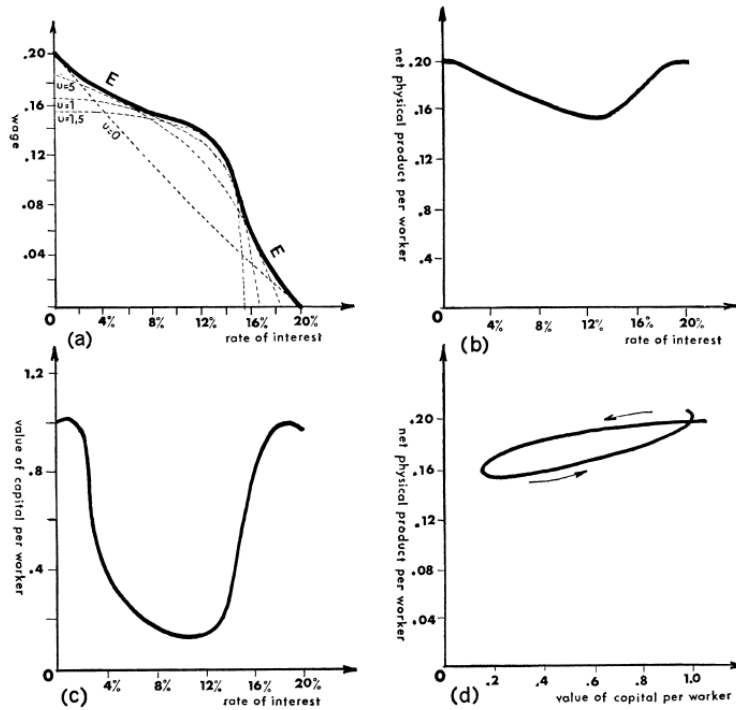


FIGURE 3.11: L'exemple de Garegnani (1970, p. 430)

figure 3.11 reproduit le salaire, la production par tête et le capital par tête en fonction du taux d'intérêt, ainsi que la relation entre produit par tête et capital par tête. Les systèmes de production sont repérés par u , chacun donne une courbe des profits-salaires et l'enveloppe de ces courbes donne la frontière des profits-salaires (figure 3.11 (a)). Chaque système de production est choisi deux fois : il est le plus efficace pour deux taux de profit différents. Les systèmes ne peuvent pas être classés de manière univoque selon l'intensité capitaliste. La relation entre le produit net par tête et le taux de profit et la relation entre la valeur du capital par tête et le taux de profit ont une forme de V (figure 3.11 (b) et (c)). Cela signifie que le capital par tête diminue d'abord quand le taux de profit augmente, ce à quoi l'on s'attend selon la parabole néo-classique, puis il remonte, ce qui est contraire à la parabole néo-classique. Le graphique le plus intéressant est celui du produit net par tête en fonction du capital par tête (figure 3.11 (d)). Il a en effet la forme d'une boucle aplatie. Pour une valeur donnée du produit net, deux valeurs du capital par tête sont possibles, et pour une valeur du capital par tête, deux valeurs du produit net sont possibles. Pourtant, la partie inférieure de la boucle, celle qui donne un produit net plus faible pour la même valeur du capital ne peut pas être écartée comme étant inefficace. Elle correspond à la technique la plus efficace pour un certain taux d'intérêt.

L'exemple rend patent que le capital n'est pas une substance technique, avec laquelle l'on pourrait définir des relations de productivité indépendamment des prix (Robinson, 1955b). Ce genre de résultat s'étend également à d'autres notions que l'on croirait purement techniques, comme la terre marginale qui dépend également du système de prix (Vidonne, 1977).

En conclusion, les paraboles néo-classiques, valables dans un monde à un bien, ne sont plus valables dans des modèles plus généraux. Les modèles de Wicksell ou les modèles de choix des techniques à deux secteurs présentent des phénomènes que l'on ne peut pas résumer dans une fonction de production, même succédanée. La conclusion première est que la parabole néo-classique de J. B. Clark qui relie la rémunération du capital (le taux de profit) à sa rareté n'est pas vraie en toute généralité. La théorie néo-classique ne peut donc considérer le capital comme une quantité physique dont on peut calculer la productivité marginale. La théorie de la productivité marginale du capital ne saurait s'appliquer à un capital qui est un agrégat de valeur.

Il faut noter cependant que les deux écoles ne s'accordent toujours pas sur la manière dont les résultats présentés *supra* doivent être considérés. La controverse des deux Cambridge n'a pas débouché sur un consensus de la profession. Pour certains, la fonction de production est toujours un objet analytique utile, pour d'autres, il s'agit d'un concept irrémédiablement inepte. Avant de voir comment les protagonistes ont interprété la controverse de Cambridge, nous allons aborder le problème de la fonction de production macro-économique d'une autre manière, de manière plus interne au cadre néo-classique. Nous verrons que les problèmes de la controverse de Cambridge réapparaissent avec cette nouvelle méthode d'analyse, conforme aux préceptes néo-classiques d'agrégation des données micro-économiques en des données macro-économiques.

3.3 L'AGRÉGATION DES FONCTIONS DE PRODUCTION

La controverse de Cambridge se situe directement au niveau macro-économique. Sur la figure 3.1, on se situe à l'étage supérieur. À partir de systèmes de production connus *ex ante*, on cherche quel est le système choisi à long terme, dans un équilibre stationnaire où règnent un salaire et un taux de profit uniforme. On obtient ainsi une série d'équilibres de long terme. On montre que les propriétés de cet ensemble d'équilibres ne peuvent pas être résumées par une fonction de production. Cette construction est relativement extérieure à la théorie néo-classique. Elle part d'une description des techniques en termes classiques et autorise pour chaque technique plusieurs répartitions du produit entre salaires et profits.

Pour apprécier l'existence d'une fonction de production agrégée, on peut partir plutôt des fondements micro-économiques, l'étage inférieur de la figure 3.1, et tenter de parvenir à la fonction de production macro-économique. C'est la voie suivie par des travaux théoriques, dont Fisher est le représentant. Cette voie reste à l'intérieur du cadre néo-classique. Elle suppose que les producteurs individuels maximisent leurs profits et que les facteurs sont rémunérés à leur productivité marginale. Avec ces hypothèses vérifiées au niveau micro-économique, on cherche à construire une fonction de production macro-économique, par agrégation du niveau micro. La temporalité visée n'est pas précisée, mais on peut considérer qu'il s'agit de la fonction de production de courte période, aussi bien que de la fonction de production longue période, selon les caractéristiques de la fonction micro qui sert de point de départ.

Les articles traitant de l'agrégation cherchent à donc déduire des propriétés de la production au niveau micro-économique les propriétés de la fonction de production agrégée. La question centrale est de savoir sous quelles conditions portant sur les fonctions de production micro-économiques on peut agréger les données micro-économiques. D'une certaine façon, ces recherches explicitent les conditions d'une micro-fondation de la fonction de production agrégée. C'est le pendant dans le versant de la production de l'élucidation des propriétés de la fonction d'excès de demande agrégée pour la consommation. On sait qu'à partir de certaines hypothèses sur l'utilité d'un consommateur, on peut en déduire des propriétés spéciales sur sa fonction de demande. Dans le programme de l'équilibre général, la question s'est posée de savoir si les bonnes propriétés de la fonction de demande des consommateurs persistaient au niveau agrégée. Les théorèmes de Debreu-Mantel-Sonnenschein ont montré que la fonction d'excès de demande agrégée pouvait avoir à peu près n'importe quelle forme. Dit autrement, les hypothèses de régularité faites au niveau micro-économique ne contraignent absolument pas les fonctions de demande agrégées. C'est à ce genre de résultats négatifs que conduit l'étude de l'agrégation de la production. Elle montre que l'existence d'une fonction de production au niveau agrégé contraint très fortement les fonctions de production micro-économique et leur distribution.

3.3.1 *Des résultats négatifs*

Le but de cette partie est seulement de donner un aperçu des résultats de la littérature sur l'agrégation. Nous nous appuyons sur les résumés de [Fisher \(1969\)](#) et [Felipe et Fisher \(2003\)](#). Nous insistons sur les points qui nous paraissent pertinents pour notre exposé.

La question de l'agrégation des fonctions de production s'est posée dans les années 1940, avec des contributions de Nataf, Klein et May. Si l'on se donne des entreprises avec des fonctions de production $Y_i = F_i(K_i, L_i)$, à quelles conditions peut-on trouver une fonction de production agrégée et des agrégats $K(K_i)$ et $L(L_i)$, tels que $F(K, L) = Y = \sum_i Y_i$?

Pour la faisabilité de l'agrégation présentée ainsi les conditions sont extrêmement contraignantes. Il faut que les fonctions de production soient séparables en capital et en travail. Toutefois, la fonction de production agrégée que l'on cherche ainsi à construire est une fonction de production purement technique. On demande seulement à ce que l'on puisse relier la quantité agrégée d'output, quelle que soit la répartition d'inputs entre les entreprises. Ce n'est vraisemblablement pas une bonne façon de comprendre la fonction agrégée. La fonction de production agrégée doit être la production maximale permise par l'utilisation des inputs. Il faut forcément supposer qu'il y a une distribution efficace des inputs entre les firmes. Ce débat des années 1940 met donc en évidence que la fonction de production agrégée n'est pas une pure relation technique, mais une relation technico-économique. Des éléments d'optimisation doivent nécessairement entrer dans la fonction de production agrégée.

Une fois ce point acquis, on peut alors donner une solution au problème de l'agrégation. Si l'on se donne une quantité K de capital agrégé et de travail L , que l'on répartit efficacement ces inputs entre les firmes, alors la production totale ne

sera fonction que du capital agrégé K et du travail L . Comme la répartition du capital et du travail entre les firmes est déterminée par la maximisation, la parfaite mobilité du capital et du travail entre les entreprises conduit à l'existence d'une fonction de production agrégée. Toutefois, nous nous sommes donné toutes les conditions pour cette réussite, qui sera la seule de ce paragraphe. Nous avons en effet supposé qu'il existait une quantité de capital agrégé que l'on pouvait répartir entre les firmes. C'est revenir à la conception d'un bien capital homogène, parfaitement flexible, et, qui plus est, parfaitement mobile. En quelque sorte, cette hypothèse présuppose le résultat : on part de l'existence d'un capital agrégé au lieu de le construire.

On doit donc abandonner l'hypothèse de parfaite homogénéité du capital et de parfaite mobilité. Autrement dit nous supposons maintenant que l'on se donne des biens capitaux K_i spécifiques à chaque firme. La raison peut en être que chaque firme a un bien capital particulier à son processus de production (les biens capitaux sont hétérogènes entre les firmes), ou bien que le capital homogène est fixé à chaque firme, une fois l'investissement effectué, comme dans un modèle *putty-clay*. Le travail est alloué de manière efficace entre les firmes.

Avec ces nouvelles spécifications, peut-on construire un agrégat de capital et une fonction de production agrégée ? Les conditions de possibilité de l'agrégation ne sont pas très explicites et nous ne les reporterons pas ici (on les trouvera dans les références données en début de paragraphe). Disons seulement qu'elles ont peu de chances d'être vérifiées. Par exemple, si une usine emploie du capital et du travail, et qu'une autre usine est complètement automatisée, l'agrégation n'est plus possible.

Ces conditions peuvent être assouplies si l'on fait une hypothèse de rendement constant à l'échelle de l'usine⁷. Si les entreprises ont la même fonction de production mais diffèrent par un terme de progrès technique augmentant le capital (progrès technique Solow-neutre), alors un capital agrégat est mesurable, en comptant le capital de chaque entreprise en unité efficace. La fonction de production agrégée est alors simplement la fonction de production des entreprises, avec le capital agrégé, compté en unité efficace en argument. C'est à peu près le seul résultat positif général pour l'agrégation au niveau du capital et l'on voit à quel point il est restrictif.

À côté de l'agrégation du capital, qui est principalement une agrégation entre firmes, on peut s'intéresser à l'agrégation entre inputs. Que se passe-t-il si chaque firme a deux biens capitaux ? Peut-on construire un indice agrégé de capital ? Il faut d'abord qu'un indice agrégeant les deux biens capitaux soit possible pour chaque firme pris isolément, puis que la contribution respective du capital à la production soit la même à travers les firmes.

7. Cette hypothèse, déjà problématique au niveau agrégé, l'est encore plus au niveau de l'entreprise. L'hypothèse de rendement constant est en général justifiée en la traitant comme une simple duplication des techniques existantes, duplication qui conserve donc constantes les proportions des inputs. Si la fonction de production de l'entreprise a comme input un capital agrégé, augmenter la quantité de capital se fait en changeant la répartition des inputs, ce qui crée des économies de coûts. Lorsque la taille des capacités augmente, les diminutions unitaires de coûts sont en effet une évidence à l'échelle micro-économique, pour nombre d'industries. Sur la question de la distinction entre économies d'échelle, de taille et de dimension, voir Gold (1981) et Hourcade (1985).

Si l'on cherche à agréger uniquement sur les facteurs variables, alors les conditions sont tout autant restrictives. Pour agréger sur le travail (si l'on suppose qu'il existe différentes formes de travail), il faut que chaque entreprise demande la même proportion de formes de travail. Autrement dit les entreprises doivent être identiques quant à leur demande de composition de la force de travail. Le même résultat s'applique si l'on cherche à agréger les productions finales hétérogènes. Les firmes doivent produire un output de même composition pour que l'agrégation soit valide.

Comme on le voit ces résultats sont essentiellement négatifs et ruinent toute possibilité de fonder une fonction de production au niveau macro-économique à partir des fonctions de production micro-économiques. Comme le dit Fisher (2005) : « it is truly amazing that, after so many years, we should be having a symposium on aggregate production functions ; for, perhaps even more than the square root of negative one, aggregate production functions are truly imaginary. »

3.3.2 Une approche prometteuse par les capacités

Les conditions de l'agrégation sont donc trop contraignantes pour être réalisables en pratique. On peut néanmoins suivre une approche moins ambitieuse, mais qui donne des résultats, non complètement triviaux. Cette approche renonce à agréger les inputs, et se contente d'agréger un output homogène à travers les entreprises. Il s'agit donc d'une tâche nettement plus restreinte que celle du paragraphe précédente mais en contrepartie plus praticable. Il est évident que cette approche n'a de sens que pour des entreprises similaires, produisant le même produit à partir des mêmes intrants. Sur la figure 3.1, l'opération effectuée ici se place au milieu, dans le passage de l'étage inférieur à l'étage médian : on construit une fonction de production méso-économique, pour une branche ou une industrie, à partir de fonctions de production micro-économiques, pour des usines.

Les résultats purement mathématiques de Houthakker (1955) ont posé les bases de cette approche. Mais le mérite revient à Leif Johansen d'avoir donné à cette approche un contenu empirique. Dans les années 1950, Leif Johansen a commencé par travailler sur des modèles de croissance, sous la direction de Ragnar Frisch et Haavelmo. De ces travaux sont sortis une publication théorique (Johansen, 1959) ainsi qu'un modèle multi-sectoriel qui est un des premiers exemples d'équilibre général calculable (Bjerkholt, 2009). Dans son article, Johansen (1959) cherche à dépasser les oppositions entre les fonctions de production à coefficients fixes et celles à coefficients flexibles. Il y introduit l'idée que si l'investissement peut se faire selon différents ratio capital/travail, la réalisation de l'investissement fige les proportions des facteurs nécessaires pour la production. Dit autrement, *ex ante* les facteurs sont substituables, *ex post* les facteurs sont complémentaires.

Après l'exposé de Phelps (1963), ce type de modèle est connu sous le nom de modèle *putty-clay*. Il donnera lieu à différents modèles de croissance, cherchant les conditions d'une croissance stable, ou l'équivalent d'une règle de l'âge d'or (Bliss, 1968). Dans le déroulé temporel de ce modèle, les équipements sont ainsi marqués par le choix de la méthode de production effectué à leur date d'instal-

lation. On a donc naturellement un modèle à générations (*vintage*) de capitaux, avec des capitaux hétérogènes car devant être employés avec des proportions de travail différentes. À l'époque on associait souvent ce modèle à générations avec un progrès technique incorporé, qui ne touche que les nouveaux équipements. Ce n'est pas nécessaire. Le modèle à générations peut aussi bien avoir du progrès technique incorporé que désincarné (comme une hausse de la productivité des facteurs). Il n'en reste pas moins que ce modèle produit naturellement des fonctions de production micro-économiques *ex post* différentes pour chaque génération, et que se pose donc la question des propriétés de la fonction agrégée correspondante.

C'est dans ce cadre que Johansen (1972), suivant l'idée d'Houthakker (1955), étudie l'agrégation des unités de production micro-économiques pour obtenir une fonction de production méso-économique. Nous présentons ici l'agrégation des fonctions micro-économiques *ex post* dans une fonction méso-économique dans un cas très simplifié⁸, avec un seul intrant variable. L'essentiel est de faire comprendre les idées.

Supposons qu'une usine produise un bien final à partir de deux intrants (capital et travail). Dans le court terme, la fonction de production est du type *putty-clay*. Un des intrants (le capital) est un facteur fixe : une fois installé, on ne peut pas le faire varier. L'autre intrant (le travail) est un facteur variable : à chaque période, on peut choisir d'embaucher ou non selon la rentabilité de l'installation. Chaque unité de produit final demande le même montant d'intrant variable.

On raisonne d'abord à l'échelle d'une unité de production. Par définition, une unité de production permet de produire une unité de bien final. Appelons l le contenu en travail nécessaire dans une unité particulière pour produire une unité de bien final. Le contenu en intrant variable est le coefficient technique de l'unité, il est caractéristique de la technique de production de l'unité. Soit $g(l)$ la distribution des unités de production en fonction du coefficient technique l . Cela signifie qu'il y a $g(l)$ unités qui peuvent produire le bien final avec l unités d'intrant. Alternativement, on peut dire que la capacité installée de production de la technique l est de $g(l)$: à pleine capacité, les usines possédant la technique l peuvent produire $g(l)$ unités de bien final.

Dans la courte période, les capacités de production installées sont fixes. Soit p le prix du bien final, et w le prix de l'intrant. Pour une unité de production de la technique l , le coût variable de production est $c(l) = l.w$. Si ce coût est supérieur au prix, il n'y a pas de raison de produire (cela suppose que l'on peut arrêter sans coût l'unité de production). En revanche si ce coût est inférieur au prix, la production rapporte une quasi-rente $p - c(l)$ au propriétaire de l'unité de production. Cette quasi-rente peut se voir comme la rémunération du facteur fixe. De la sorte, les unités de production actives sont celles pour lesquelles la quasi-rente est positive. Dit autrement, les capacités de production dont le coût (variable) de revient est supérieur au prix sont inutilisées. On peut alors écrire la production Y et la demande en intrant L :

8. Houthakker (1955) comme Johansen (1972) raisonnent avec deux intrants variables. Les idées sont les mêmes mais l'exposé complet forcerait à introduire plus de notations.

$$Y = \int_{c(l) \leq p} g(l) dl \quad (3.21)$$

$$L = \int_{c(l) \leq p} lg(l) dl \quad (3.22)$$

$$(3.23)$$

On fait ainsi apparaître la production Y et la demande en facteur L comme une fonction du prix relatif p/w . Ces deux relations donnent donc une relation paramétrique entre Y et L . On a donc bien une fonction de production reliant Y et L , c'est la fonction de production méso-économique de courte période, à distribution fixée des capacités de production.

Donnons un exemple. Supposons que la distribution des capacités de production soit $g(l) = Al^{\alpha-1}$, avec $\alpha \geq 1$. On a alors

$$Y = \int_{l=0}^{p/w} Al^{\alpha-1} dl = \frac{A}{\alpha} \left(\frac{p}{w} \right)^{\alpha}$$

$$L = \int_{l=0}^{p/w} Al^{\alpha} dl = \frac{A}{\alpha+1} \left(\frac{p}{w} \right)^{\alpha+1}$$

D'où, en éliminant les prix relatifs, une relation entre L et Y , où B est un coefficient qui dépend de A et de α :

$$Y = BL^{\frac{\alpha}{\alpha+1}} \quad (3.24)$$

On retrouve ainsi la forme réduite de la fonction de Cobb-Douglas. Dans l'article original, [Houthakker \(1955\)](#) montre qu'à une distribution de Pareto des capacités de production pour deux inputs variables correspond une fonction de production Cobb-Douglas. Houthakker note que dans ce cas la part du produit qui revient au facteur fixe est constante, car la part des deux inputs variables l'est. Ainsi on a une répartition du produit qui n'a pas de rapport avec la productivité marginale du facteur fixe. Cette répartition du produit dépend plutôt de la distribution des capacités de production qui crée les quasi-rentes. [Levhari \(1968\)](#) applique la procédure à l'envers pour retrouver la distribution correspondant à une fonction CES où l'input variable est complémentaire de l'input fixe (cas pour lequel la construction précédente s'applique).

Les re-constructions, par Houthakker et Levhari, de la fonction Cobb-Douglas et de la fonction CES traduisent en terme de capacité de production les hypothèses de substituabilité derrière l'emploi de ces fonctions. En effet, la fonction Cobb-Douglas, comme la fonction CES, demande une distribution des capacités de production couvrant tout l'espace des possibles. En particulier il est nécessaire que des unités de production infiniment productives soient en activité. Dans notre exemple, il y a des unités de production en activité qui demandent des contenus en travail infiniment faibles (lorsque $l \rightarrow 0$), même si elles sont infiniment peu nombreuses : ce sont ces capacités de production qui sont employées lorsque le prix de l'intrant variable est très élevé. De l'autre côté, il y a beaucoup d'unités de production qui demandent beaucoup de travail (lorsque $l \rightarrow \infty$). Ces capacités de production sont employées lorsque le prix de l'intrant variable est

très bas. Grâce à elles, le produit final peut continuer à croître avec la quantité de travail employée.

La substituabilité large des fonctions CES ou Cobb-Douglas est ainsi obtenue grâce à des conditions, qui, traduites en termes industriels, sont irréalistes. Cela devrait en retour mettre en doute ces hypothèses de substituabilité sur tout le spectre des prix relatifs. Dans une formalisation plus réaliste, le support de la distribution des capacités serait inclus dans un compact de l'espace des techniques. C'est-à-dire que les contenus en intrant des unités installées seraient bornés inférieurement et supérieurement. Il n'y aurait pas d'unité demandant infiniment peu d'intrants, ni non plus d'unité demandant infiniment beaucoup d'intrants. La fonction de production méso-économique de court terme ne serait alors pas lisse pour tous les prix relatifs. La production serait limitée y compris pour les systèmes de prix favorables à la production, et serait nulle pour les systèmes de prix défavorables. Cela correspondrait plus à la réalité des processus industriels.

La construction à laquelle on a abouti présente bien des différences avec l'approche de l'agrégation par Fisher. Il n'y a pas d'agrégation sur les inputs, puisque les inputs sont dès le départ homogènes. Il n'y a pas non plus d'agrégation sur le produit final, qui est lui aussi unique et homogène. De manière plus symptomatique peut-être, l'agrégation ne porte que sur les intrants variables de la production. Il n'y a pas d'agrégation sur les facteurs fixes. Dans notre exemple très simplifié, l'équation (3.24) ne fait pas apparaître le capital. Celui-ci est contenu implicitement dans le facteur B, mais on ne peut pas lui donner de mesure agrégée. En réalité, dans ce genre de modèle, la notion de capital disparaît pour être remplacée par la notion de capacité de production. Au profit est substituée la quasi-rente de la capacité de production, qui sert de fait à rémunérer le capital investi dans sa construction.

Cette approche nous paraît prometteuse pour les études d'ingénieur. Elle est un dépassement modeste des apories auxquelles conduit la recherche d'une fonction de production complètement agrégée. Des études empiriques ont été réalisées avec cette approche. Johansen (1972, chap. 9) l'applique pour trouver la fonction de production de court terme de la flotte norvégienne de transport maritime. Pour cela, il a rassemblé les données opérationnelles (consommation de carburant, équipage, capacité) sur tous les navires construits entre 1950 et 1966. Hildenbrand (1981) reprend une étude de Belinfante de l'industrie électrique américaine. Plus récemment, Førsund et al. (1996) ont étudié les brasseries finlandaises (industrie de la bière). L'approche de Johansen permet de tester différentes hypothèses sur la forme du progrès technique.

L'agrégation par les capacités ne s'applique qu'aux branches de production dont les intrants sont homogènes. On pourrait l'appliquer d'une manière plus extensive aux études du secteur énergétique, où les nombreuses données qu'elle requière devraient être disponibles.

Au regard de la conception grandiose de la fonction de production agrégée d'une économie, les résultats de cette section sont assez modestes. Ils montrent qu'il est quasiment impossible de donner une construction de la fonction de production agrégée à partir des fonctions de production micro-économiques. En dépit de ces résultats théoriques négatifs, l'économiste pense que la fonction de

production agrégée a des fondements empiriques. C'est cette dernière croyance que nous devons maintenant dissiper.

3.3.3 *La fonction de Cobb-Douglas*

Confrontés aux résultats négatifs de la critique de Cambridge et de la littérature de l'agrégation, les économistes néo-classiques se réfugient, pour une fois, dans l'empirisme. La fonction de production agrégée aurait un contenu empirique certain, validé par l'exploitation des données et les résultats économétriques. Le résultat le plus remarquable serait l'accord des données empiriques avec une fonction de production macro-économique de Cobb-Douglas. Ces résultats soutiendraient de plus la théorie néo-classique de la distribution puisque la part des facteurs serait à peu près égale aux élasticités estimées économétriquement.

En 1928, l'économiste Douglas et le mathématicien Cobb pensaient avec leurs calculs économétriques avoir trouvé de véritables lois économiques. Cobb, peu convaincu par les résultats statistiques lorsqu'il améliora les techniques d'estimation se désintéressa de la question (Biddle, 2012). Douglas poursuivit les recherches et parla de « lois de la production », formule qu'il reprit dans le titre de plusieurs de ses articles. La stabilité de l'exposant pour le capital et le travail, dans le temps et entre secteurs, faisait penser que l'on avait trouvé la vraie fonction de production agrégée de l'économie. De plus, les régressions économétriques semblaient montrer que le coefficient de capital et de travail s'approchait des parts respectives des facteurs dans l'économie, validant par là la théorie marginaliste de la distribution. Douglas considérait parfois ses calculs comme une confirmation de la théorie marginaliste, mais plus souvent, il s'appuyait sur la théorie marginaliste pour montrer la cohérence de sa régression et faire ainsi valider sa technique.

L'existence de lois de la production, qui représenteraient le contenu technique de la production agrégée, constitue un défi pour notre thèse générale d'une théorie Économique immatérielle. C'est pourquoi cette question de l'adéquation de la fonction Cobb-Douglas avec les données empiriques est cruciale pour cette partie de notre argumentation qui vise à montrer l'oubli des circonstances techniques de la production dans la théorie Économique. Même si la fonction de production agrégée n'a pas de base théorique *a priori*, les résultats empiriques ont l'air d'être là. Quel que soit le sens que l'on puisse donner à la fonction agrégée, les régularités mises en évidence par la fonction de Cobb-Douglas doivent être expliquées d'une manière satisfaisante.

Les critiques de la fonction de Cobb-Douglas sont aussi vieilles que l'estimation elle-même. Mendershausen en fournit une critique dès 1938. Au moment même où Solow (1957) utilise la fonction de production Cobb-Douglas pour séparer dans l'évolution de la production, ce qui relève des changements des facteurs et ce qui relève du progrès technique, Phelps Brown (1957) offre une première critique en profondeur de la fonction Cobb-Douglas. Concernant les séries temporelles, il remarque que si les séries de travail, de capital et de produit croissent à un taux constant, la fonction Cobb-Douglas ne fait qu'enregistrer une relation entre ces taux de croissance. Pour les données inter-industrielles, on peut écrire le produit $Y_i = wL_i + rK_i$ si le salaire et le taux de profit sont à peu près uniformes

entre les branches. Phelps Brown (1957) remarque que cette relation explique à la fois pourquoi la fonction Cobb-Douglas approche la production et pourquoi les coefficients obtenus correspondent aux proportions de rémunération des facteurs. L'argument est repris sous une forme mathématique par Simon et Levy (1963). Certains commencent à soupçonner que le succès apparent de la fonction Cobb-Douglas n'a rien à voir avec les lois de la production au niveau agrégé.

Des expériences numériques confirment que la fonction Cobb-Douglas marche même dans le cas où la technique agrégée ne correspond pas à une fonction Cobb-Douglas. Fisher (1971) fait plusieurs simulations qui agrègent de manière explicite plusieurs fonctions de production micro-économiques différentes. Quoiqu'il n'existe pas de relation au niveau agrégé, l'approximation par la fonction Cobb-Douglas est généralement très bonne sur le plan économétrique. Fisher cherche à comprendre pourquoi. Il remarque que les résultats sont particulièrement bons lorsque la part des salaires est constante. Il est ainsi conduit à l'observation suivante : « The suggestion is clear, however, that labor's share is not roughly constant because the diverse technical relationships of modern economies are truly representable by an aggregate Cobb-Douglas but rather that such relationships appear to be representable by an aggregate Cobb-Douglas because labor's share happens to be roughly constant. » (Fisher, 1971, p. 325)

Fisher et al. (1977) conduisent les mêmes types d'expériences avec une fonction CES. Les approximations sont généralement également assez bonnes. Les résultats sont moins clairs, cependant, en ce qu'il n'y a pas de principe organisateur général permettant de comprendre la qualité de l'approximation comme dans le cas de la fonction Cobb-Douglas. Il est malgré tout certain que la bonne tenue de la régression économétrique n'a rien à voir avec la réalité de la production au niveau agrégé, mais tout avec les propriétés statistiques des nombres utilisés dans la régression.

Dès le début des années 1970, les doutes concernant la fonction de production de Cobb-Douglas s'expriment donc à voix haute dans le milieu des économistes néo-classiques. Simon entame une correspondance avec Solow à ce sujet (Carter, 2011b), puis publie une explication des lois de la production révélées par Cobb et Douglas (Simon, 1979a), dans la veine de son article de 1963 avec Lévy. « An examination of the evidence suggests instead that the observed good fit of these functions to data, the near equality of the labor exponent with the labor share of value added, and the first degree homogeneity of the function are very likely all statistical artifacts. The data say no more than that the value of product is approximately equal to the wage bill plus the cost of capital services. » Simon trouve le problème suffisamment sérieux pour le mentionner dans son discours du prix de la Banque de Suède (Simon, 1979b, p. 497). Samuelson (1979, p. 933) lui-même exprime ses doutes sur le sens des calculs de Paul Douglas, sans bien sûr mentionner les critiques antérieures. On peut ainsi tenir pour acquis que, avec des données intersectorielles, la calibration ne fait que retrouver l'identité comptable de la séparation de la valeur ajoutée entre profit et salaires, avec des taux de salaires et de profit qui sont constants pour des entreprises d'un même pays.

Du côté des Cambridgiens anglais, le phénomène avait été aussi remarqué. Robinson (1971a), en pleine controverse de Cambridge, mentionne les résultats

de Phelps Brown (1957). Un élève de Joan Robinson, Shaikh (1974, 1980), donne une explication analogue à celle de Simon, mais dans le cas des séries temporelles. Partant de n'importe quel triplet de séries temporelles, si la part des revenus est constant, on pourra les approcher par une fonction de production de Cobb-Douglas. Il montre que la fonction Cobb-Douglas permet tout aussi bien d'approcher une économie décrivant le chemin Humbug (en anglais : balivernes), pour le produit par tête en fonction du capital par tête. La fonction de Cobb-Douglas n'est finalement qu'une traduction de l'égalité comptable qui partage la valeur ajoutée entre salaires et profits, partage qui est à peu près constant. La fonction Cobb-Douglas n'est pas le résultat des lois de la production mais des lois de l'algèbre.

Solow (1974c) va rétorquer que si l'on régresse le produit par tête en fonction du capital par tête avec une tendance linéaire de progrès technique, la qualité statistique est mauvaise et que si les résultats de Cobb et Douglas étaient aussi mauvais que cela, on les aurait oubliés depuis longtemps. Une série de travaux récents montre en fait que les résultats de Cobb et Douglas, lorsqu'on leur applique une tendance de progrès technique analogue à ce que fait Solow aux données de Shaikh, deviennent également mauvais (Felipe et Adams, 2005). Le coefficient du capital devient même parfois négatif, ce qui n'est pas raisonnable. Ajouter des années change les résultats. L'approximation des données de production par la fonction Cobb-Douglas est donc extrêmement fragile.

Pour comprendre ce qui fait la qualité de l'approximation par une fonction Cobb-Douglas dans un cadre temporel, il faut rentrer un peu dans le détail des techniques statistiques. Tout d'abord, si les parts des facteurs sont constants, on peut toujours, comme l'a montré Shaikh, trouver une fonction Cobb-Douglas correspondant aux données avec un résidu de Solow approprié. Les mouvements de ce résidu ne seront pas en général très réguliers, et un économètre rejeterait sans doute ces estimations. Pour obtenir des résultats plus lisses, il suffit de faire subir un traitement approprié aux données (Shaikh, 2005). Il importe de noter que ces traitements ne sont en rien exotiques mais font partir des outils standards de l'économétrie. La clef est de faire rentrer des éléments de variation du résidu dans les données du capital et du travail. Par exemple, corriger les séries de capital pour rendre compte du capital réellement utilisé et non du capital brut, procédure fréquente, rapproche le résidu d'une fonction lisse. Shaikh (2005) donne d'autres moyens pour obtenir une corrélation quasi parfaite. Si les régressions brutes donnent en général de mauvais résultats, les méthodes acceptées de redressement des données permettent d'obtenir des résultats beaucoup plus acceptables. Pour bien montrer que la qualité de l'estimation avec la fonction Cobb-Douglas n'a pas de rapport avec la validité de la théorie marginaliste, Shaikh (2005) construit un modèle numérique d'économie à la Goodwin. Dans ce modèle, la théorie marginaliste n'est par construction pas valable. Pourtant, les régressions statistiques permettent de faire apparaître l'existence d'une fonction de production agrégée de la forme Cobb-Douglas. Les exposants sont à peu près égaux aux parts des facteurs. Mais ce résultat n'autorise en aucune façon d'interpréter le modèle dans un sens marginaliste.

À ces résultats, Solow a objecté que la démonstration faite au niveau macroéconomique était valable *mutatis mutandis* au niveau micro-économique. La dé-

monstration précédente infirmerait alors la fonction de production micro-économique. Pour Solow, il s'agit là d'une contradiction car les données micro-économiques doivent pouvoir révéler la fonction de production micro-économique. Si, raisonne Solow, les données au niveau de l'entreprise permettent de construire une fonction de production micro-économique, les données macro-économiques doivent également permettre de reconstruire la fonction de production agrégée. Il n'y aurait donc aucune erreur à identifier la fonction de production macro-économique de manière économétrique.

Pour lever cette dernière défense de Solow et résoudre ce qui apparaît comme un paradoxe, il faut revenir à une distinction que nous avons faite dans la théorie du capital entre les mesures en physique et en valeur. Au niveau micro-économique, on dispose à la fois des données en valeur et en physique. Pour trouver la fonction de production, on n'est pas forcé de passer par l'équation comptable, on peut faire appel directement aux quantités physiques. Une estimation avec des quantités d'output et d'input exprimées en quantité physique ne fait pas intervenir de manière cachée l'identité comptable. On peut ainsi espérer tirer autre chose des données qu'une redécouverte du partage de la valeur ajoutée. En revanche, quand les quantités sont exprimées en valeur, on n'échappe pas à l'équation comptable (Felipe et McCombie, 2005, p. 474-479). Au niveau agrégé, comme on ne dispose pas de mesure physique du capital, on ne peut utiliser des données physiques. Il n'existe que des données en valeur et l'équation comptable est omniprésente. Au niveau macro-économique, l'estimation économétrique de la fonction de production ne fait que redécouvrir le partage comptable entre profits et salaires.

La différence entre valeur et physique explique donc la spécificité du niveau macro-économique. Il s'en ajoute une seconde. Si on estime les données en quantité physique, les régressions économétriques peuvent très bien donner des résultats de piètre qualité ou ne pas pouvoir discriminer entre plusieurs fonctions de production possibles. Solow ne nous dit pas comment on pourrait trouver la fonction de production micro-économique uniquement par des études économétriques. Mais la sortie de l'impasse est aisée : il suffit d'aller voir comment se passe la production dans la firme pour construire des fonctions de production sur une base technique. En faisant appel à un savoir de nature extra-économique, on peut déterminer des fonctions de production micro-économiques. Rien de tel cependant au niveau agrégé. Vers quelles données pourrions-nous nous tourner ? Aucune. Et ce n'est pas surprenant, car la littérature théorique sur l'agrégation l'a montré, la fonction de production agrégée n'a pas d'existence réelle. Le plus sage est encore d'abandonner cette chimère plutôt que d'ajuster les données pour obtenir des résultats à l'apparence convaincante (Shaikh, 2005, p. 461-462).

Ces explications corroborent donc les démonstrations de Phelps Brown (1957), de Simon et Levy (1963) et de Shaikh (1974). La prétendue « fonction de production » Cobb-Douglas n'est rien d'autre que la transformation de l'égalité comptable de la valeur ajoutée. Les conséquences pour la théorie néo-classique sont dévastatrices.

La théorie de la rémunération des facteurs à leur productivité marginale n'est compatible dans une situation concurrentielle qu'avec une hypothèse de rendement constant, puisque le produit, ni plus ni moins, doit être distribué. On ne

peut donc pas tester l'hypothèse de la théorie néo-classique marginaliste indépendamment de l'hypothèse de rendements constants. Or, selon la démonstration précédente, la mise en évidence des rendements constants n'est que la contrepartie du partage total de la valeur ajoutée entre salaires et profits. L'hypothèse de rendement constant est en vérité infalsifiable, car les parts des facteurs doivent, par nécessité comptable, s'additionner à 1. Dédit d'une équation comptable, le résultat économétrique de rendement constant n'infirme en rien l'existence de rendements croissants (ou décroissants) en réalité. Par le fait même qu'elle est une vérité tautologique, l'équation comptable a ceci de sympathique qu'elle est compatible avec toutes les théories (entreprises concurrentielles ou monopolistiques, rendement croissant, ...). On ne peut donc espérer en partant d'elle en tirer une quelconque confirmation ou infirmation d'une théorie économique.

Ramener la fonction de production à l'estimation de l'équation comptable modifie le sens que l'on accorde au résidu de Solow. Dans l'interprétation soutenue par l'existence de la fonction de production, le résidu de Solow est la mesure de la productivité inexpliquée par les circonstances inchangées de la production (c'est-à-dire par la stationnarité de la fonction de production). En partant de l'équation comptable, on peut néanmoins écrire le résidu de Solow sous la forme⁹ :

$$\frac{\dot{A}}{A} \equiv \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{wL}{Y} \frac{\dot{L}}{L} - \frac{rK}{Y} \frac{\dot{K}}{K} \quad (3.25)$$

$$= \frac{wL}{Y} \frac{\dot{w}}{w} + \frac{rK}{Y} \frac{\dot{r}}{r} \quad (3.26)$$

La première équation est la définition du résidu de Solow comme la part de la croissance de la production inexpliquée par les mouvements des facteurs rémunérés à leur productivité marginale. La seconde est déduite de la première après dérivation de l'égalité comptable $Y = w.L + r.K$. Elle fait apparaître le résidu de Solow comme une combinaison des taux de croissance des salaires et des profits. Ainsi le résidu de Solow n'est qu'une conséquence de la croissance économique et non une des causes.

Contrairement à ce qu'elle prétend, la théorie néo-classique n'a donc pas de théorie de la production agrégée. Elle ne travaille pas avec des données qui auraient un sens tangible et matériel. La fonction de production agrégée n'est pas un résumé des possibilités techniques de l'offre. Nous avons vu sur le plan théorique qu'il est impossible de définir une fonction de production agrégée. Sur le plan pratique, la « fonction de production » agrégée est un artefact statistique, conséquence directe de la part approximativement constante des facteurs. La « fonction de production » agrégée qui est censée représenter une réalité technique est en fait une fonction de répartition du produit. Elle ne renvoie donc qu'à des réalités économiques, de partage de la valeur.

Ce diagnostic confirme notre thèse d'une théorie économique immatérielle renvoyant uniquement à des éléments économiques. La prétendue fonction de production n'incorpore pas des réalités techniques dans la théorie économique : elle n'est que la retranscription d'une égalité comptable, qui ne vaut qu'en valeur.

On comprend alors mieux le sens des fonctions de production utilisées par les économistes dans leur réponse au Club de Rome. Georgescu-Roegen avait

9. C'est la méthode duale à laquelle nous faisons allusion en 2.2.5.

raison de dire qu'elles étaient incompatibles avec les lois physiques. Quoi qu'en dit l'Économiste, les « fonctions de production » ne représentent pas des réalités physiques mais des réalités purement économiques. D'une certaine façon, il est impropre de les critiquer pour des propriétés qu'elles ne peuvent pas avoir. Ce qui doit être critiqué au premier chef, c'est l'Économiste qui prétend que les « fonctions de production » sont des réalités extra-économiques. Une fois oubliée cette chimère, les résultats sur la croissance de long terme prennent un tout autre sens. En postulant une fonction de production Cobb-Douglas entre énergie, capital et travail, l'Économiste suppose en fait que dans le cours futur de l'économie, la répartition de la valeur ajoutée entre énergie, capital et travail sera constante. Or c'est là précisément faire l'hypothèse qu'il n'y aura aucune pénurie. Car une pénurie d'énergie aurait tôt fait de faire augmenter la rente versée aux détenteurs de ressources énergétiques, et donc de provoquer un accroissement de la part du produit revenant à l'énergie. C'est ce type de mécanisme qui est au fond rendu impossible par la spécification de la fonction de répartition. Dès lors il n'y a rien d'étonnant aux résultats obtenus par les économistes dans leur réponse au Club de Rome. Ils découlent de la supposition que l'énergie ne sera jamais suffisamment rare pour que sa part dans le produit augmente. Cette hypothèse n'est pas déduite d'une forme particulière de la production mais présupposée par la fonction de répartition.

Notre analyse jette donc une lumière crue sur les études économiques, au niveau agrégé, qui portent sur les circonstances de la production. Lorsque les études économiques ne reposent que sur des données en valeur, elles ne font qu'estimer des équations comptables. De telles estimations économétriques ne peuvent rien dire sur les possibilités de substitution technique de la production. Elles ne font qu'enregistrer une certaine répartition de la valeur ajoutée. C'est ce qu'avait montré, dans le domaine des études énergétiques, [Frondel et Schmidt \(2002\)](#). D'après leur analyse, les estimations économétriques de la substituabilité entre capital et énergie peuvent être prédites en regardant l'importance des parts des facteurs. Compte tenu de ce que nous avons dit, ce genre de résultats n'a rien d'étonnant. Les estimations économétriques ne sont que des données comptables présentées autrement. Comme le disent [Felipe et McCombie \(2005, p. 484\)](#) : « the estimated coefficients of the supposed production function may be doing no more than capturing an underlying income identity from which data used in the estimation of the production function are drawn. » Au passage, il est révélateur de la fragmentation de la discipline économique en divers sous-champs que [Frondel et Schmidt \(2002\)](#) ne fassent référence à aucune des études citées par nous sur l'agrégation ou la fonction Cobb-Douglas, qui sont pourtant extrêmement pertinentes pour leur propos.

3.4 ENSEIGNEMENTS ET POSTÉRITÉ DE LA CONTROVERSE DE CAMBRIDGE

Voici venu le moment de faire le point sur la signification de la controverse de Cambridge, présentée dans les parties précédentes. Quels enseignements peut-on tirer de ces résultats étranges et parfois ésotériques pour l'analyse économique ? Nous apportons nos propres réponses en suivant le fil des leçons qu'en retenaient les principaux protagonistes, au cours des années 1970. En conclusion, nous analysons la voie effectivement suivie par l'évolution de la macro-économie.

3.4.1 *Les théories de la répartition*

L'objet premier de la controverse de Cambridge était la validité des paraboles néo-classiques à la J. B. Clark. Clark souhaitait apporter une autre théorie de la répartition du produit entre les classes que celle de Ricardo (cf. 2.1.1). Sa théorie n'était pas exempte de visée apologétique, puisqu'elle montrait que chaque classe obtient, de manière naturelle, la part de sa contribution au produit final. Selon les paraboles qui soutiennent la théorie de la répartition, le taux d'intérêt est déterminé par la productivité marginale du capital ; à un niveau plus élevé de capital, correspond un taux d'intérêt plus faible. C'est donc la rareté relative des facteurs qui expliquerait le taux d'intérêt et le salaire et *in fine* la répartition du produit entre salaires et profits. Travail et capital sont rémunérés à leur contribution marginale, qui dépend de leur quantité relative. La parabole de Clark était fondée sur un monde à un bien avec un capital homogène, considéré comme une quantité physique. Contre cette conception du capital, Veblen souligna la double nature du capital (cf. 3.1.3).

La controverse de Cambridge montre que ces paraboles ne peuvent pas être soutenues dans un monde plus complexe que celui du monde à un bien. Il est donc faux en général de dire qu'une méthode de production plus intensive en capital sera utilisée si le taux d'intérêt augmente. La théorie de la répartition selon la productivité marginale des facteurs de production ne peut donc expliquer la répartition entre profits et salaires, parce qu'on ne peut donner aucun sens convaincant à la notion de facteur de production.

Si les paraboles de Clark sont invalidées, il n'est toutefois pas exact, comme le proclament les Cambridgiens, que la théorie néo-classique de la productivité marginale soit incorrecte. Elle est invalidée pour le niveau agrégé où une quantité de capital ne peut pas être définie. Pour Fisher (2005, p. 491), le retour des techniques est une relation « perverse », si l'on s'attend à ce que le niveau agrégé exhibe une relation simple, par analogie avec un raisonnement micro-économique. Si, avec le retour des techniques, la relation peut être contre-intuitive, les travaux de Fisher montrent surtout que l'intuition d'une relation agrégée n'a pas lieu d'être. Le retour des techniques n'est donc pas un phénomène pervers, mais un des phénomènes que l'on peut rencontrer au niveau agrégé. Fisher est d'accord pour rejeter les paraboles néo-classiques, mais parce que la notion de facteur agrégée n'a pas de sens. La question de l'égalisation du coût marginal à la productivité marginale pour les intrants doit se traiter au niveau où cette question est pertinente, c'est-à-dire au niveau micro-économique. Ce sont des études micro-économiques qui

permettront de trancher la validité de la théorie marginaliste, et non des études où cette théorie n'a pas lieu d'être.

En quoi la réfutation des paraboles de Clark est-elle importante ? Ici, les évaluations diffèrent entre Cambridgiens et néo-classiques.

Pour les Cambridgiens, la réfutation des paraboles de Clark enlève tout contenu explicatif à la théorie marginaliste de la répartition. Il faut bien comprendre que le statut explicatoire de la théorie est en jeu. Avec le retour des techniques, la compréhension que la théorie marginaliste apporte sur la séparation entre profits et salaires est défailante. L'accent mis sur l'explication et la compréhension indique pourquoi la controverse de Cambridge n'est pas, pour les post-keynésiens, une question empirique. « But there is no point in discussing which is most "likely to be found in reality." [...] the argument is concerned with a point of logic, to which the number of instances has no relevance one way or the other. » (Robinson et Naqvi, 1967, p. 591) Garegnani (1970, p. 425) est clair sur ce point¹⁰ : « il faut reconnaître que le principe traditionnel, fondé sur des prémisses incorrectes, est lui-même incorrect. » La pertinence de la théorie est posée dans les termes d'une validation logique. Les Cambridgiens s'accordent à dire que le retour des techniques n'a pas forcément de pertinence empirique. Pour eux, il s'agit d'une pétition de principe : la théorie doit être entièrement juste et non à moitié.

Pour les néo-classiques, le retour des techniques est en revanche un phénomène mineur. Le monde à un bien de la parabole néo-classique est toujours utile pour les intuitions qu'il génère :

For many purposes it is remarkably useful to assume that there exists only one physical commodity which can either be consumed or used as capital in the production of more of itself.[...] Why does there have to be a useful concept of capital-in-general at all? True, one feels that if God had meant there to be more than two factors of production, He would have made it easier for us to draw three-dimensional diagrams. (Solow, 1955)

Solow n'a jamais prétendu que cette parabole était correcte sur le plan théorique, seulement elle est un outil commode pour comprendre les co-variations entre variables. Confrontée à une question pratique que Solow lui posa, Joan Robinson fut contrainte d'utiliser le même genre de règle grossière que les néo-classiques (Solow, 2007, p. 4-5). L'usage de la fonction de production agrégée est donc en partie instrumental : elle fournit des outils pour répondre à certaines questions de politique publique sur l'investissement et elle a un but heuristique, pour découvrir des nouvelles relations entre variables. Par exemple, Solow (1957) utilise la fonction de production pour séparer les mouvements des facteurs le long de la frontière de production avec les mouvements de la fonction de production elle-même. C'est du moins l'interprétation qu'on en fait aujourd'hui et que Solow a lui-même propagée, suite à la controverse de Cambridge. Mais son article ne cherchait pas seulement à décomposer la croissance à partir d'une fonction de production connue, mais également à déterminer la forme de la fonction de production agrégée (Shaikh, 1980, p. 93).

10. Traduction française dans (Garegnani, 1974, p. 147).

Les néo-classiques n'ont donc pas le même objectif que les Cambridgiens. Les Cambridgiens cherchent à expliquer la répartition, les néo-classiques cherchent à reproduire des relations existantes, éventuellement pour aboutir aux prédictions. Les objectifs méthodologiques sont différents, ce qui est une source supplémentaire d'incompréhension entre les deux rives de l'Atlantique (Cohen, 1984). Les différences de méthode sont peut-être moins perceptibles aux acteurs que la teinte idéologique des théories en présence.

Le fond idéologique transparaît dans les derniers échanges, légèrement acrimonieux, lancés par l'article de Joan Robinson (1975b). Samuelson et Solow sous-entendent ainsi que toute la controverse sur la théorie du capital repose sur des motifs politiques, concernant la théorie de la répartition du produit. Samuelson (1975) se demande si, derrière la question du retour des techniques, il n'y a pas l'idée que les travailleurs peuvent, en demandant des hausses de salaires, obtenir une répartition plus égalitaire (en effet à un point de *reswitching*, une baisse du taux d'intérêt entraîne une baisse de la valeur du capital, contrairement au modèle néo-classique). Dans un modèle néo-classique, la répartition est déterminée par les raretés relatives, et donc une hausse des salaires réels entraîne une hausse du chômage à court terme et n'a pas d'effet à long terme.

Solow (1975) reproche à Joan Robinson de voir dans la fonction de production une apologétique de la répartition en régime capitaliste. Selon Robinson (1970, p. 313-314), la parabole du capital malléable a même été inventée pour nommer la quantité dont le profit serait la productivité marginale. Solow interprète la querelle sur l'explication de la répartition en des termes moraux, et rétorque que personne n'a jamais prétendu que la part d'un facteur était méritée. Le rapport de la part des facteurs dans le produit est donné par le rapport des productivités marginales pour des raisons d'équilibre, et il ne faut voir là aucune morale. La question des conditions d'équilibre est indépendante de la légitimité ou du mérite de la propriété des facteurs. De plus dans les jeux d'équations simultanées, il n'y a pas de causalité mais seulement des relations valides à tout instant (on retrouve ici la différence de méthode entre explication causale et relations d'équilibre pour reproduire des séries).

Les néo-classiques défendent donc leur usage de la fonction de production en excipant de leur neutralité idéologique, et accusent en retour les positions des Cambridgiens d'être biaisées. L'usage de la fonction de production est légitimé pour des résultats à venir. C'est donc sur pièces que les fonctions de production agrégées doivent être jugées. Or les résultats attendus font défaut dans une large mesure. Les principaux résultats des fonctions de production agrégée reposent sur les estimations de la fonction Cobb-Douglas. Cependant, nous avons vu que ces estimations ne sont rien d'autre que des conséquences de l'identité comptable exprimant la séparation de la valeur ajoutée entre salaires et profits. Il est donc difficile de savoir quelles connaissances nouvelles apportent les fonctions de production agrégées. Rappelons les conclusions de Fisher (2005, p. 490) : « When one works – as one must at an aggregate level – with quantities measured in value terms, the appearance of a well-behaved aggregate production function tells one nothing at all about whether there really is one. Such an appearance stems from the accounting identity that relates the value of outputs to the value of inputs – *nothing more*. »

C'est à la lumière de cette absence de résultats autres que des artefacts numériques que l'on peut juger le contenu idéologique. Si la fonction de production agrégée n'a pas permis la découverte de faits économiques majeurs, elle fournit en revanche un langage avec lequel sont commentées et appréhendées les séries statistiques. Ce langage n'est pas une pure convention technique. Il oriente les recherches dans certaines directions, en fonction de ce qu'il considère comme connu et inconnu. Si le cadre de départ est inadéquat, le langage théorique peut mener à de fausses pistes, comme sur la mesure du progrès technique (Shaikh, 2005, p. 464, n. 10). Le langage en termes de fonction de production donne de plus une certaine interprétation aux phénomènes économiques. Inséré dans le cadre marginaliste, ce langage introduit inconsciemment les éléments idéologiques propres à la théorie Économique. Sur ce terrain, force est de constater que le langage de la fonction de production n'est pas neutre.

Selon le cadre marginaliste appliqué au niveau agrégé, les forces concurrentielles égalisent les rémunérations des facteurs capital et travail à leur productivité marginale dans la fonction de production. Si l'on peut argumenter longtemps qu'il n'y a pas de causalité dans un système d'équations simultanées, il n'en reste pas moins que dans cette représentation, le salaire et le taux d'intérêt sont pensés comme déterminés par les conditions techniques de la production (Harcourt, 1976, p. 37-38). Ainsi, la productivité marginale des facteurs, représentée par la fonction de production, détermine la rémunération des facteurs. La fonction de production est un objet technique, représentant dans le discours néo-classique, l'état du savoir, des techniques de production existantes ; les prix sont des objets sociaux qui révèlent les productivités marginales. Par cette opération, l'économie néo-classique inspirée de Clark naturalise la répartition du produit entre le capital et le travail. Sans être légitimées, les rémunérations sont la conséquence directe de caractéristiques techniques, spécifiées par la fonction de production. Cette naturalisation subreptice infeste les interprétations que l'orthodoxie donne des évolutions macro-économiques.

En définitive, le seul fait intrigant soulevé par l'existence de la fonction Cobb-Douglas est la constance de la part des profits (ou des salaires) dans la répartition du revenu. L'Économiste, interrogé à brûle-pourpoint, dirait sans doute qu'il s'agit là d'une conséquence du paiement des facteurs à leur productivité marginale parce que la fonction de production agrégée est Cobb-Douglas. Nous avons vu que le résultat devait s'entendre dans l'autre sens. Voilà un fait stylisé économique majeur qui n'a pas d'explication. La seule explication fournie par la théorie néo-classique est la naturalisation de ces faits comptables dans une hypothétique fonction de production.

Joan Robinson n'a pas, à notre connaissance, formulé de théorie alternative de la répartition du produit. Implicitement, elle considérerait, à la suite de Marx, la répartition comme fonction des rapports de force entre les classes. Sur un plan conceptuel et historique, cela peut être satisfaisant mais cela n'est pas très opératoire. Cela ne gênait pas Robinson qui souhaitait souvent ne pas clore ses modèles et préférait des modèles ouverts, donc sensibles à des causalités extérieures. On peut voir là une sagesse épistémologique, comme une parade pour esquiver la réfutation. Son attitude ne peut de toute façon être acceptée par l'Économiste

qui cherche avant tout des modèles fermés sur eux-mêmes, complètement endogènes.

Dans l'école post-keynésienne, [Kaldor \(1956\)](#) a formulé une théorie de la répartition entre profits et salaires, qui repose sur la différence entre propension à épargner des travailleurs et des capitalistes. Les différences de propension à épargner équilibrent la part des profits dans le revenu national. Cependant son schéma initial ne comportait pas de revenu du capital pour les travailleurs, alors que ceux-ci épargnaient. [Pasinetti \(1962\)](#) a amendé le modèle pour en tenir compte. À l'équilibre dynamique, la part des profits dans le revenu ne dépend alors que de la propension à épargner des capitalistes. Bien sûr la propension à épargner des travailleurs influe sur la part des revenus qui leur revient, mais pas la répartition entre profits et salaires, qui ne dépend que des seuls capitalistes. Cela fournit ainsi une explication de la stabilité de la part des profits (ou des salaires qui en sont le complément) dans le revenu, alternative à l'existence d'une fonction de production agrégée de la forme Cobb-Douglas.

Le mécanisme post-keynésien d'équilibrage des profits par l'épargne des capitalistes n'est pas non plus entièrement satisfaisant. La constance approximative des parts des salaires et des profits reste donc un mystère toujours à percer. Une explication convaincante changerait certainement le visage de la macroéconomie.

Après les discussions lancées par une erreur de Levhari, une série d'articles dans le *Quarterly Journal of Economics* valide définitivement l'existence du retour de techniques, pour les deux Cambridge. Battus sur le plan théorique, les néo-classiques déplacent le débat vers la pertinence empirique du retour des techniques, abandonnant la défense purement heuristique de Solow. Ils cherchent à montrer que les conditions de possibilité du retour des techniques sont improbables et qu'elles ne sont pas théoriquement satisfaites. Ferguson est le représentant typique de cette position. Pour lui, le débat doit être tranché d'un point de vue empirique par les économètres. En attendant que les études empiriques aboutissent à des résultats concluants – ce qui est impossible, comme nous l'avons vu –, Ferguson ne suspend pas son jugement : il fait de la fonction de production une affaire de croyance ([Carter, 2011a, 2012](#)).

3.4.2 *Le temps historique contre le temps logique*

Au déplacement des débats vers l'importance empirique du retour des techniques, Joan Robinson allait répondre par un autre déplacement, en s'attaquant au concept d'état stationnaire. Lorsqu'elle lance en 1955 sa « généralisation de la *Théorie générale* », elle cherche une mise en scène dynamique des concepts de Keynes : l'économie keynésienne en courte période évolue de proche en proche du fait même du processus d'accumulation. Pour elle qui voulait étudier l'évolution de l'économie en régime d'accumulation, elle estime, dès 1958, que les discussions sur le retour des techniques sont trop académiques. Elle s'efforce de raconter la position des différents stationnaires en termes de différentes histoires d'accumulation, avant de conclure : « but there seems to be an inherent contradiction in discussing an out-of-equilibrium situation in terms appropriate to a

static state. » (Robinson, 1958, p. 604). À la faveur des mutations des débats, cet argument prend de plus en plus d'importance (Robinson et Naqvi, 1967, p. 591 ; Robinson, 1971b, p. 75-80 ; Robinson, 1975a, 1980). Harcourt (1976, p. 58-59) en fait une des leçons économiques de la controverse des deux Cambridge (cf. également Cohen et Harcourt (2003)).

L'argument fondamental porte sur le hiatus entre comparaison d'équilibres stationnaires et processus de transition à travers différents états. Lors des derniers débats, en 1975, la question des techniques est même secondaire. Dans son article intitulé « The unimportance of reswitching » (Robinson, 1975b, p. 38-39), elle considère que le retour des techniques, et donc le sens technique de la fonction de production, n'est qu'accessoire. Elle insiste sur ce point, méthodologique et empirique, beaucoup plus fondamental. Même si la fonction de production existe dans le monde de Samuelson, c'est une fonction de production qui concerne les états stationnaires, donc les équilibres de long terme. Cette fonction de production ne serait pas pour autant celle d'une économie se déplaçant d'un équilibre à un autre. Le régime transitoire entre deux équilibres de long terme ne suit pas une succession de positions sur la courbe de long terme.

La comparaison d'équilibres stationnaires n'a pas de sens dynamique. Le déploiement d'une économie dans le temps diffère d'un déplacement d'équilibre en équilibre. Le processus d'accumulation dans une économie capitaliste transforme petit à petit l'économie d'une manière qui n'est pas celle d'un mouvement entre équilibres stationnaires de long terme. Un équilibre stationnaire représente une économie isolée n'ayant aucun rapport avec les autres économies d'équilibre stationnaire ; cette économie se perpétue dans le temps, identique à elle-même. Le temps logique¹¹ du modèle ne doit pas être confondu avec le temps historique (Robinson, 1980).

Le mouvement le long d'une pseudo-fonction de production, qui représente une succession d'états stationnaires, n'est pas le mouvement d'une économie qui irait d'un état stationnaire à un autre, mouvement nommé la traverse, et qui demande une étude spécifique (Lavoie, 2004), au demeurant relativement complexe. Dans ce cadre-là, les paradoxes du retour des techniques disparaissent (Abraham-Frois et Goergen, 1998). Lorsqu'on envisage l'évolution de l'économie sous l'effet d'un changement de conditions externes, l'économie suit un sentier qui n'est pas nécessairement sur la frontière des profits-salaires. L'économie adopte le système technique qui sera à la fin des temps le meilleur, sans passer donc par un double changement des appareils de production.

L'argument de Robinson est valide sur un plan méthodologique. Il est, de plus, adéquat sur un plan empirique, où n'existe pas d'équilibre stationnaire de long terme. L'argument semble être admis par Samuelson (1975) et Solow (1975). Robinson est d'ailleurs légèrement de mauvaise foi lorsqu'elle les accuse de commettre ce paralogisme : dans le cours de la controverse de Cambridge, il est clair que ce qui est en jeu est la frontière des équilibres stationnaires, ce qui n'a rien à voir avec le déplacement de l'économie dans un régime transitoire, même dans le cas d'une économie à un bien.

11. En utilisant la terminologie de Robert Boyer (2003), on aurait pu parler de temps cinématique.

Il faut bien reconnaître que, dans la pratique, la confusion était souvent faite. Les articles de Solow (1956, 1957) sur la théorie de la croissance utilisent une vraie fonction de production, celle qui relie input et output quelles que soient les conditions macro-économiques. Pourtant lorsque Samuelson (1962) construit la fonction succédanée de production, pour valider la parabole de son ami Solow, il construit bien une pseudo-fonction de production (dans la terminologie de Robinson), c'est-à-dire une suite de positions d'équilibre stationnaire. La fonction succédanée de Samuelson ne pouvait prétendre fonder la vraie fonction de production du modèle de Solow, qui est utilisée également dans un régime transitoire.

L'utilisation du langage mathématique a entretenu cette confusion. Selon les explications de Samuelson (1975, p. 45), « when a mathematician says, “y rises as x falls,” he is implying nothing about temporal sequences or anything different from “when x is low, y is high.” ». Même si Samuelson a raison *stricto sensu*, on retrouve ici les difficultés à traduire le langage mathématique en langue naturelle (cf. 1.4.2). La réponse de Samuelson est d'ailleurs caractéristique du sophisme mathématique que l'on a déjà étudié. On aurait donc tort de prendre ces difficultés de langage à la légère. L'esprit glisse vite de la comparaison de situation d'équilibre à un processus de transition¹². Pour éviter ces imbroglios linguistiques qui répandent des idées fausses, il n'y a d'autres solutions que de choisir un langage le plus neutre possible (ici, faisant le moins référence à un mouvement) et de rappeler constamment les hypothèses de travail (ici, état stationnaire perpétuellement identique à lui-même).

La difficulté à statuer sur la pertinence empirique du retour des techniques vient donc en partie de la focalisation du débat sur une pseudo-fonction agrégée qui résumerait les états d'équilibre stationnaire. Dans ces états particuliers, qui se reproduisent éternels à eux-mêmes, le taux de profit est uniforme, mais le capital agrégé ne peut pas être représenté comme une fonction des prix relatifs des facteurs. Cependant, le raisonnement en termes d'état stationnaire est une impasse pour l'étude des économies réelles. La controverse de Cambridge, qui porte sur des comparaisons d'états stationnaires, n'a pas de portée empirique évidente pour l'économie réelle, qui est toujours transition entre états hors de l'équilibre intertemporel. Pour pallier cette difficulté, l'école néo-classique va finalement revenir à la conception d'une vraie fonction de production, qui relie input et output même hors de l'équilibre stationnaire, comme nous le verrons dans le prochain paragraphe (3.4.3). Mais voyons la voie esquissée par l'école de Cambridge post-keynésienne.

Pour bâtir des modèles plus réalistes, il faut réintroduire le temps historique dans les modèles. Avec les précisions sur les fonctions de production du 3.1.2, on peut reconstruire la dynamique macro-économique que Joan Robinson opposait aux comparaisons d'équilibres stationnaires. On a vu que la controverse de Cambridge concernait le coin supérieur droit de la figure 3.1. Pour éviter cet écueil, il faut s'écarter de deux pas.

12. L'économiste qui n'a jamais assisté à un cours où la statique comparative est invoquée pour comprendre l'évolution d'une économie sous l'effet d'un changement est prié de se manifester auprès de l'auteur. Morgan (2001, p. 368) remarque également que la pratique des économistes est toujours d'associer des comparaisons d'équilibre statique à des changements dans le temps.

Le premier, explicite chez Robinson, consiste à se contenter du court terme. En termes marshalliens, c'est le régime de la courte période, pendant laquelle les équipements sont fixes mais les capacités d'utilisation peuvent varier. Joan Robinson (1971b, p. 48) considère qu'il s'agit d'« un concept inestimable, qui distingue nettement l'école de pensée marshallienne de la tradition de Walras. »

C'est dans cette courte période que vient se situer l'analyse keynésienne du multiplicateur. On conçoit ensuite ce qui va se passer. Les décisions effectuées par les agents en courte période, sur la base des techniques *ex ante* qui sont disponibles, vont créer les conditions de la courte période suivante. C'est ce processus dynamique qui est intéressant, ce passage de courte période en courte période. La séparation entre courte période et longue période est donc utile même si l'on ne croît pas à l'équilibre de longue période, celui où les capacités de production sont adaptées à la demande, où les prix s'alignent, par un processus concurrentiel, sur les coûts de production incorporant un taux de profit normal.

Pour Robinson (1971b, p. 49), « l'établissement d'une distinction entre les changements dans le degré d'utilisation et dans la capacité de production est indispensable pour l'analyse de l'activité industrielle. » Elle reproche précisément à la fonction de production néo-classique, qui prend comme capital un bien composite malléable de ne plus distinguer entre courte période et longue période. Les nouveaux économistes néo-classiques n'ont pas assimilé les leçons de Keynes qui reposent sur la fixité des capacités de production en courte période. Ils sont responsables d'une régression de l'analyse économique, ils se sont engoncés dans des habitudes de pensée contre lesquelles Keynes avait dû lutter intérieurement pour s'en libérer (Robinson, 1970, p. 312-313).

Pour autant, l'atteinte de l'équilibre de longue période, c'est-à-dire le passage de la fonction macro de court terme à la fonction macro de long terme, n'a jamais été traitée correctement. Les tentatives de Marshall sur le sujet sont insatisfaisantes (Robinson, 1971b, p. 55-57). La solution pourrait être de se passer de la notion d'équilibre de longue période. Après tout, c'est un concept métaphysique et inobservable. L'économie n'est faite que d'une suite de successions de courtes périodes et l'équilibre de longue période est un concept de théoricien dont l'application hors du monde rassurant des modèles est problématique. Si l'on abandonne le concept de longue période, on retrouve alors une vision véritablement dynamique du capitalisme, qui fut celle de grands théoriciens. Écoutons par exemple (Schumpeter, 1942, p. 115-116) :

Le capitalisme, répétons-le, constitue, de par sa nature, un type ou une méthode de transformation économique et, non seulement il n'est jamais stationnaire mais il ne pourra jamais le devenir. Or, ce caractère évolutionniste du processus capitaliste ne tient pas seulement au fait que la vie économique s'écoule dans un cadre social et naturel qui se transforme incessamment et dont les transformations modifient les données de l'action économique : certes, ce facteur est important, mais, bien que de telles transformations (guerres, révolutions, etc.) conditionnent fréquemment les mutations industrielles, elles n'en constituent pas les moteurs primordiaux. Le caractère évolutionniste du régime ne tient pas davantage à un accroissement quasi-automatique de la population et du capital, ni aux caprices des sys-

tèmes monétaires — car ces facteurs, eux aussi, constituent des conditions et non des causes premières. En fait, l'impulsion fondamentale qui met et maintient en mouvement la machine capitaliste est imprimée par les nouveaux objets de consommation, les nouveaux marchés, les nouveaux types de l'organisation industrielle — tous éléments créés par l'initiative capitaliste.

On voit donc que pour Schumpeter la notion d'équilibre de longue période ne fait pas de sens. Le capitalisme tant qu'il est vivant est un mouvement d'évolution de déséquilibre en déséquilibre. Ces déséquilibres sont précisément provoqués par les actions des entrepreneurs, qui secouent à chaque instant le système économique. L'entrepreneur est celui qui fait une réponse créatrice, par opposition à une réponse adaptative (Schumpeter, 1947a). « Creative response shapes the whole course of subsequent events and their "long-run" outcome. » (p. 150) La réponse créatrice de l'entrepreneur selon Schumpeter est ainsi très proche de la décision cruciale selon Shackle, celle qui engage tout l'avenir (Davidson, 1982, p. 192). Sur la dynamique de long terme, il y a donc une proximité très grande entre Schumpeter et les post-keynésiens. Que ce soit du fait de l'incertitude ou de l'action des entrepreneurs, l'économie n'entre jamais dans une phase tranquille. À peine commencerait à s'établir un équilibre de longue période, avec disparition des monopoles, que l'économie serait bousculée en un autre endroit par une innovation qui conduirait à de nouveaux monopoles, de nouveaux bouleversements des processus de production et de la demande, et ainsi de suite. De même pour Cassel, la croissance est conçue comme brisée et conditionnée par les modifications de court terme (Myrdal, 1972, p. 188).

Un autre processus qui prévient l'atteinte de l'équilibre de longue période est celui des causalités cumulatives, chères à Veblen, Hirschman ou Myrdal. Si, suite à un choc, un phénomène se renforce au lieu de s'atténuer, alors il n'y aura pas de convergence vers un équilibre, mais évolution le long d'un sentier marqué par l'histoire du système. Les chocs n'entraînent pas des fluctuations autour d'un équilibre de longue période, mais au contraire déplacent constamment le système. La notion d'équilibre de longue période n'a alors plus de sens dans cette vision du monde, qui correspond approximativement à celle des économistes évolutionnistes. On est ainsi conduit naturellement à une notion de dépendance au sentier que Joan Robinson avait anticipée (Cohen et Harcourt, 2003, p. 204).

Renoncer à l'équilibre de longue période paraît donc pertinent au regard du comportement empirique du système économique capitaliste. Cette attitude est également cohérente avec les vues de Keynes sur l'importance de l'incertitude, là où l'existence d'un équilibre de longue période, éventuellement perturbé par des fluctuations, corrobore plutôt une attitude centrée sur le risque. « On the plane of theory, the main point of the General Theory was to break out of the cocoon of equilibrium and consider the nature of life lived in time—the difference between yesterday and tomorrow. Here and now, the past is irrevocable and the future is unknown. » (Robinson, 1972, p. 3)

Le second pas pour éviter l'écueil des fonctions de production de longue période est de se limiter à des fonctions méso-économiques. Ce pas n'est pas explicite chez Robinson et les post-keynésiens, mais il nous paraît nécessaire, étant donné l'impossibilité d'agréger au niveau macro-économique les différents in-

trants de la production. Au niveau mésoscopique, la détermination de la fonction de production de courte période, à la manière de Johansen, s'accommode très bien avec une succession de courtes périodes : chaque période ajoute une génération nouvelle de capacité. Le choix des secteurs mésoscopiques dépend ensuite du but de l'étude. Pour les problèmes d'énergie et d'environnement, il paraît pertinent d'isoler les secteurs les plus consommateurs en énergie et en matière. L'agrégation sur ces inputs peut se faire de manière naturelle. Le reste de l'économie est agrégé dans un secteur composite. Cette agrégation pose problème comme nous l'avons montré, et elle ne peut pas être fondée en théorie. Sa pertinence et son utilité sont donc soumises à un contrôle numérique *ad hoc*.

L'approche mésoscopique a le mérite de pouvoir donner un aperçu sur la production un peu moins simplet que la fonction de production agrégée. En isolant, dans des secteurs traités à part, les industries les plus consommatrices de matières premières et d'énergie, on peut espérer conserver des lois de la production que l'usage de la fonction de production agrégée a annihilées.

Si les post-keynésiens n'ont jamais formulé les choses de cette façon, à notre connaissance, la nécessité de l'approche méso-économique, fondée sur la distinction d'un certain nombre de branches, paraît s'accorder avec les vues de Joan Robinson (1972), dans un très intéressant article intitulé « The second crisis in Economic Theory ». La première crise était celle des années 1930, lorsque les économistes, imbus de l'idée du laissez-faire, n'avaient rien à dire sur ce qui faisait le niveau de l'emploi. Il a fallu toute la persévérance de Keynes pour briser cette orthodoxie mortifère. Selon Joan Robinson, la science économique traverse une seconde crise analogue dans les années 1970. La science économique est incapable de dire quoique ce soit d'intéressant sur les problèmes qui intéressent les citoyens. Et c'est pourquoi des excentriques, comme Forrester (cf. 2.2.2), s'emparent des problèmes que les économistes sont incapables de traiter. Quels sont ces problèmes ? Il ne s'agit plus du niveau de la production, mais de son contenu, c'est-à-dire de la répartition de la production, à la fois entre secteurs (du côté de l'offre) et entre personnes (du côté de la demande). La question n'est plus de s'interroger sur la quantité de production mais sur le type de production souhaitée. C'est un problème de composition du produit national, entre activités polluantes et non-polluantes, entre dépenses militaires et dépenses sociales, etc...

Le nouveau problème qu'aborde Joan Robinson pointe donc vers une désagrégation de l'économie entre différents secteurs productifs. L'approche mésoscopique que nous avons présentée s'accorde avec ce diagnostic des problèmes contemporains posés par Robinson, finalement très proche des thématiques écologiques.

Avec le traitement du temps et de l'incertitude d'une part, de la composition du produit national d'autre part, on voit la proximité des recherches post-keynésiennes avec les préoccupations environnementales qui s'expriment dans les années 1970 (cf. 2.2.1). Gowdy (1991) a remarqué les points de convergence entre les deux approches : le rôle de la production par opposition à l'échange, la nature sociale du taux d'intérêt, et même la posture méthodologique, qui insiste sur l'explication interprétative et non sur la production. Aujourd'hui on perçoit la pertinence des idées keynésiennes pour concevoir le principe de précaution (Aldred, 2012), ou la richesse de la philosophie sociale et économique de Keynes

pour penser le développement durable (Berr, 2009 ; cf. également l'épilogue E). Le rapprochement reste malgré tout timide. Les raisons en ont été analysées par Mearman (2005). Les post-keynésiens doivent se battre pour survivre dans le champ académique. Leurs efforts sont alors tournés vers la critique de l'économie néo-classique et principalement vers l'approfondissement des thèmes de la tradition post-keynésienne, comme les questions de distribution et de croissance.

Les raisons qui ont empêché le rapprochement à l'époque sont également à trouver ailleurs, dans le programme même de recherche des post-keynésiens. S'ils ne se sont pas saisi des questions environnementales, c'est, à notre avis, pour n'avoir pas franchi le pas de la désagrégation et du niveau mésoscopique qu'impliquait la prise à bras le corps des problèmes écologiques. Les pistes d'une analyse du contenu de la production que soulevait Joan Robinson n'ont pas été suivies car les recherches sont restées à un niveau agrégé.

C'est là une issue malheureuse pour la critique de Cambridge. L'enseignement principal de la controverse est que la fonction de production agrégée, comme la fonction de production Cobb-Douglas, n'est pas une relation technique mais une relation économique. « The fallacy at the root of the production function is the idea that it is possible to specify purely technical relations, not involving prices, in a human economy. » Robinson (1955b, p. 71) Au niveau le plus agrégé, Joan Robinson a raison, et c'est la raison pour laquelle il faut quitter ce haut niveau d'abstraction. Mais on voit fort bien comment son analyse peut dériver en un énoncé extrême, selon lequel il n'est pas possible de spécifier des relations techniques, *quel que soit le niveau d'agrégation*. En radicalisant la critique des fonctions de production à toute échelle, les post-keynésiens se privent de la possibilité de se saisir des questions d'environnement, qui reposent pour partie sur les caractéristiques physico-techniques de la production, comme l'illustrent par exemple Ayres et Kneese (1969).

L'erreur est donc de n'avoir pas su quitter le niveau le plus haut d'agrégation. Au lieu de descendre d'un cran pour retrouver le contenu technique des relations de production, l'analyse est restée au niveau le plus agrégé. Les post-keynésiens ont alors cherché des fonctions de répartition du produit entre capital et travail différentes de la prétendue fonction de production néo-classique, mais sans plus se soucier de l'aspect production.

Si l'approche méso-économique était absente de l'horizon des post-keynésiens, la macro-économie de la succession d'équilibres était bien présente mais ne faisait pas l'unanimité au sein de l'école post-keynésienne (Harcourt, 1976, p. 58). Une telle macro-économie signifiait le rejet de l'analyse économique telle que la concevaient les classiques en termes d'analyse de longue période, avec des prix normaux, déterminés par les coûts de production, et un taux normal uniforme de profit. Malheureusement, la plupart des outils développés au cours de l'après-guerre par cette école concernent essentiellement cette façon de procéder. La théorie de Sraffa est, par exemple, dédiée principalement à l'étude des prix normaux de longue période. Les contributions de Robinson, dans la controverse des deux Cambridge, portent, paradoxalement, sur l'analyse des équilibres stationnaires. À part les modèles de Goodwin, développés d'ailleurs en partie tardivement, après qu'il eût quitté Cambridge (Pasinetti, 2007, p. 210-213), les contributions positives de Cambridge, Angleterre, sont maigres pour réaliser une

analyse dynamique des enchaînements de courte période, suivant l'intention de Robinson.

3.4.3 *La confortable amnésie des « nouveaux classiques »*

Les possibilités de bâtir une macro-économie des équilibres de courte période successifs, de la croissance comme processus historique ne se sont pas réalisées. Les post-keynésiens n'ont pas pu ou su réaliser ce programme. Si tant est que les néo-classiques l'approuvaient, le prix était sans doute trop fort à payer pour eux. Une macro-économie de la succession de courtes périodes signifie que le système d'évolution est ouvert aux événements extérieurs. Dès lors, cette théorie ne peut plus servir à prédire, même idéalement, et son rôle épistémologique ne peut être que d'interpréter *a posteriori* les événements économiques. Cela correspond au type d'explication que Schumpeter (1947a, p. 150) avait en vue lorsqu'il soulignait que la réponse créatrice de l'entrepreneur pouvait toujours être comprise *ex post* mais jamais prédite *ex ante*. Ce programme de recherche s'accompagne donc d'un renversement de méthodes avec abandon des prétentions prédictives et passage à un paradigme interprétatif (Cohen, 1984). Sur le modèle de la théorie de l'évolution, qui explique sans prédire, il s'agit d'un modèle méthodologique adopté par de nombreuses écoles hétérodoxes, comme l'institutionnalisme (Wilber et Harrison, 1978). Les néo-classiques n'étaient sans doute pas prêts à y adhérer.

Après la défense des paraboles néo-classiques comme outil heuristique, après le déni de la pertinence empirique des critiques de Cambridge, les néo-classiques vont se replier sur une défense qui concède tout à leurs adversaires mais en conteste la portée. Ils admettent ainsi que les paraboles néo-classiques sont fausses, mais ajoutent aussitôt que cela n'a aucun impact sur la « vraie » théorie néo-classique, qui est fondée sur l'équilibre général walrasien. Les paraboles néo-classiques à la Clark sont des fictions qui sont bonnes pour les manuels et que l'on peut oublier sans crainte. Hahn (1975) est sans doute le plus représentatif de cette tendance.

La solution théorique passe pour eux par des modèles d'équilibre général multi-sectoriel intertemporel. Dans ce genre de modèles, il n'y pas de capital agrégé, mais une liste de biens capitaux physiques, spécifiques à chaque secteur ou à chaque entreprise. Le problème de l'agrégation est donc évité. De plus, dans ces modèles d'équilibre général intertemporel, les prix de chaque bien capital, qui constituent en fait des prix de location, n'ont pas de relation avec la rareté du bien capital. Les paraboles simplistes de J. B. Clark sont donc invalidées dans ce monde. Les saines fondations de l'équilibre général walrasien sont donc parfaitement en accord avec la critique de Cambridge.

Mais l'équilibre général avec une liste de biens capitaux hétérogènes a une conséquence fâcheuse, qui est l'absence de taux de profit uniforme. Pour Hahn, cela ne pose pas de problème, car les taux de profit ne sont pas uniformes en réalité. Si l'on peut lui accorder cette remarque, cette modification du cadre de réflexion n'est pas sans conséquence. Une fois de plus, la théorie opère un déplacement, et abandonne une hypothèse de travail, l'uniformité des taux de profit, et finalement l'existence du « capital » en tant que catégorie d'analyse. Dans la

perception courante de l'économie, les biens capitaux ne semblent être que des hypostases d'un concept plus général. Parce qu'ils sont chacun des incarnations du capital, les biens capitaux doivent engendrer un taux de profit approximativement identique. L'uniformité des taux de profit, dans un état stationnaire, est la conséquence de la tendance du capital de s'investir dans les biens capitaux les plus profitables. L'uniformité du taux de profit constitue donc une loi régulatrice du capitalisme, qui découle de l'unité du capital.

Le cadre walrasien ne peut rendre compte de l'uniformité du taux de profit, parce qu'il ne reconnaît pas la nature duale du capital, c'est-à-dire un capital d'abord financier, mesuré en valeur, qui doit être investi en bien capital physique. En ne retenant que la diversité des bien capitaux physiques, et non l'unité du capital valeur, il se prive opportunément de la nécessité d'avoir à penser l'uniformité du taux de profit, ou à tout le moins une tendance vers elle, à travers les secteurs de l'économie.

Pour les théoriciens du milieu des années 1970, la voie semblait donc toute tracée. Il s'agissait de poursuivre les études économiques dans le cadre de l'équilibre général. La macro-économie va à ce moment-là bifurquer dans une autre voie. Les quelques événements que nous allons rappeler n'ont pas valeur de causes, mais sont autant de jalons qui ont marqué le passage à un autre type de macro-économie.

Tout d'abord, les économistes néo-classiques vont étendre le champ d'application des fonctions de production au moment même où elles sont critiquées. Nous avons vu que les articles de Solow sur la croissance de long terme (Solow, 1956) et sur sa mesure (Solow, 1957) coïncidaient avec les premières attaques de Robinson contre la fonction de production. Dans les années 1970, c'est l'économie de l'environnement qui va être le nouveau terrain où les concepts néo-classiques sont mis en œuvre. Alors que la critique de Cambridge semblait disqualifier définitivement la fonction de production, aux yeux mêmes des théoriciens néo-classiques, le débat des limites à la croissance la remet en selle.

On constate d'ailleurs une curieuse évolution du vocabulaire. Dans un certain nombre d'articles de l'économie de l'environnement (Stiglitz, 1974 ; Hartwick, 1977), on ne parle plus de fonction de production, mais de « technologie ». Les modèles théoriques ne reposent plus sur des fonctions de production, dont le principe est fortement contesté, mais sur la « technologie Cobb-Douglas ». Il s'agit bien entendu de la même chose, mais le changement de mots n'est pas anodin. Il insiste encore plus sur la nature technique de la production agrégée, alors même que la critique de Cambridge avait prouvé le caractère irrémédiablement économique de la fonction de production. Il permet de faire de plus l'impasse sur les débats qui ont marqué dès l'origine l'existence de la fonction de production agrégée. Le changement de vocabulaire légitime donc la fonction de production agrégée en ouvrant comme une nouvelle page, vierge de toute controverse, de l'analyse économique.

Cette extension providentielle de concepts fortement contestés semble valider leur pertinence heuristique. Elle donne du crédit aux néo-classiques quand ils prétendent être les seuls à faire avancer la connaissance économique. Dans le débat sur les limites à la croissance, les économistes néo-classiques utilisent des outils qui leur permettent de poser des problèmes, d'apporter des solutions, d'écrire

des articles. Cela donne l'impression d'une science en mouvement, qui progresse. Mais que signifient les choses découvertes ? Personne ne le sait sans doute. Les outils néo-classiques permettent d'avoir des querelles byzantines sur la valeur de l'élasticité de substitution entre le capital et l'énergie, alors qu'aucun des trois termes n'est correctement défini. Des raffinements analytiques sans fin peuvent être construits. Les outils néo-classiques sont commodes et faciles d'utilisation. Ils sont productifs, mais on ne sait évaluer la qualité de ce qu'ils produisent. La comparaison usuelle avec les épicycles de l'astronomie ptolémaïque tardive vient évidemment à l'esprit.

A contrario, lorsqu'on abandonne les simples paraboles néo-classiques, on se trouve dans un abîme d'incertitude et d'inconnu. Si l'on se préoccupe des fondements, tout devient plus compliqué, car plus rien n'est assuré. Les embûches sont nombreuses et on risque à chaque instant de tomber dans une chausse-trappe de la théorie Économique. Un grand économiste a profondément ressenti ces difficultés : Pierro Sraffa. Sraffa a été, sa vie durant, hanté par la volonté de ne rien dire de faux en économie, rien qui ne soit rigoureusement prouvable (Pasinetti, 2007, p. 182). Cette rigueur intellectuelle l'a rapidement conduit à demander à être déchargé de ses charges de cours. Il ne pouvait supporter d'enseigner aux étudiants des théories auxquelles il ne pouvait adhérer. Si les linéaments de son livre de 1962 sont là dès le début des années 1930, il lui faudra plus de trente ans pour le terminer. À chaque étape, il restreint son propos pour ne pas prêter le flanc aux critiques (Pasinetti, 2007, p. 192-193). On conçoit qu'une atmosphère de travail si exigeante, où des développements sont contrecarrés et abandonnés, ne donnent pas naissance à une prolifération de travaux.

Cette exigence de rigueur, malgré sa noblesse, a son revers : elle laisse le champ libre à des approches concurrentes, moins préoccupées par les fondations. Le cadre néo-classique en est l'antithèse. Depuis les réflexions méthodologiques de Friedman, il est marqué par l'instrumentalisme. À l'intérieur de son propre dogme d'optimisation, tous les moyens analytiques sont bons, même le recours à des entités imaginaires. Le paradigme néo-classique a donc tendance à coloniser tous les champs, à adopter une position impérialiste vis-à-vis des autres sciences sociales, ce qui lui est souvent reproché. Indubitablement, le sol néo-classique est fertile. Mais ce sont plutôt des plantes toxiques qui y poussent.

À côté de l'extension des fonctions de production à de nouvelles problématiques, telles les limites à la croissance, l'évolution interne de la macro-économie va également renforcer l'usage des fonctions de production. C'est peu dire que dans les années 1970, la macro-économie entre en crise. Nous avons vu les difficultés du programme post-keynésien à accoucher de réalisations pratiques, en dépit de la justesse de ses intuitions théoriques. Mais la synthèse néo-classique, mélange de keynésianisme et de néo-classicisme, n'est pas épargnée. L'un de ces outils, la courbe de Phillips, qui entérine un arbitrage empirique entre inflation et chômage, est mis à mal par les nouveaux phénomènes économiques de ces années, comme la concomitance de la stagnation et de l'inflation. Les recettes keynésiennes et les modèles théoriques sous-jacents ne fonctionnent plus.

Le problème de l'inflation paraît encore dans les années 1960, comme un problème mineur, un désagrément auquel il faut consentir pour stabiliser le produit national. Milton Friedman, qui attaque depuis longtemps la gestion économique

d'inspiration keynésienne, arrive à transformer l'inflation, générée par les dépenses d'armement de la guerre du Vietnam, en problème social majeur, qui nécessite une nouvelle théorie (Johnson, 1971). L'inflation devient ainsi un problème à résoudre, et Friedman impose le monétarisme comme une théorie plus outillée pour ce problème que la théorie keynésienne. Friedman dirige ses critiques vers la courbe de Phillips, qui contient implicitement des anticipations statiques des agents sur les perspectives d'inflation. Lorsque les agents s'habituent à une inflation devenue récurrente, ils l'incorporent à leurs anticipations. Ces changements d'anticipation détruisent la stabilité de la courbe de Phillips et rendent inopérantes les politiques keynésiennes¹³. Telle est l'explication de Friedman des dérèglements économiques de la fin des années 1960. On assiste de toute façon à partir de ce moment, à un délitement progressif du régime de régulation d'après-guerre (Aglietta, 1982). L'ouverture des économies aux flux financiers internationaux casse les cercles vertueux de la régulation fordiste (Giraud, 1996, chap. 5). Cette mutation, aux causes toujours débattues, devient volontaire et assumé avec les politiques économiques de Reagan et Thatcher, qui organisent le repli de l'intervention étatique et le retour systématique aux marchés.

La nouvelle vision de la courbe de Phillips portée par Friedman va entraîner de vastes bouleversements de la pratique de la macro-économie, avec l'arrivée des « nouveaux classiques », que l'on devrait plutôt appeler nouveaux néo-classiques, car ils n'ont que très peu de points communs avec les classiques¹⁴. Le chef de file en est Robert Lucas. Les nouveaux classiques reprennent au début les thèmes monétaristes, et constituent la seconde vague du monétarisme (Tobin, 1981). Les fluctuations de l'économie sont expliquées par la difficulté des agents à percevoir les prix réels, une politique monétaire stable est alors recommandée. Sur le plan méthodologique, la position adoptée par les nouveaux classiques conduira aux exigences de micro-fondation de l'économie contemporaine. Elle consiste à refuser les relations agrégées de la macro-économie d'inspiration keynésienne. Ces relations ont beau être estimées numériquement, comme l'a montré la faillite de la courbe de Phillips, elles ne sont pas stables et ne peuvent servir à prédire les effets d'une politique économique à long terme (Lucas, 1976). Ces relations intègrent en effet le comportement des agents qui prennent des décisions en fonction du contexte économique futur. Un changement de politique modifie les décisions des agents, de manière éventuellement différente selon l'annonce de la politique, ce qui transforme les relations structurelles estimées sur les données passées. La solution est de fonder les relations macro-économiques sur des modèles explicitant le comportement des agents, ce que l'on appelle micro-fondation du mo-

13. Ramener l'inefficacité des politiques keynésiennes à des seules questions d'anticipations est en réalité inexact. Lorsque les acteurs sociaux ont appris que l'inflation était la variable régulatrice du système, ils luttent pour la mise en place de procédures d'indexation des revenus qui leur permettent de se protéger de l'inflation. C'est la généralisation de l'indexation qui fait entrer l'économie dans une inflation auto-entretenu. Il y a bien changement des anticipations des agents, sous l'effet de l'apprentissage. Mais ce changement d'anticipation n'a d'effet macro-économique qu'à partir du moment où les acteurs ont obtenu son inscription dans des dispositifs économiques.

14. Les « nouveaux classiques » s'appellent ainsi non pas en référence aux classiques par opposition aux néo-classiques (séparés par le raisonnement marginaliste) mais aux classiques par opposition aux keynésiens (séparés par le principe de demande effective). Dans sa *Théorie générale*, Keynes appelait en effet classiques tous ceux qui adhéraient à la loi de Say, selon laquelle l'offre crée sa propre demande. Les « nouveaux classiques » sont marginalistes et tenants de la loi de Say.

dèle. Les hypothèses de micro-fondations sont celles de la théorie Économique de toujours : l'agent optimisateur et le fonctionnement parfait des marchés (les prix s'adaptent pour l'apurement des marchés) (Sargent et Lucas, 1979). Cela équivaut à faire de l'équilibre général intertemporel la base saine sur laquelle la théorie macro-économique devrait dorénavant être construite. À première vue, cela rentre tout à fait dans le programme de Hahn d'abandonner les modèles agrégés et de ne se reposer que sur les modèles à biens capitaux hétérogènes dans le cadre de l'équilibre général intertemporel.

Le tournant des néo-classiques pouvait donc, à première vue, aller dans le sens des enseignements que les théoriciens de la synthèse néo-classique tiraient de la controverse de Cambridge. En pratique cependant, ce bouleversement théorique va conduire à un retour des fonctions de production agrégées. Les raisons en sont multiples.

On ne peut écarter l'ignorance des fondements bancals de la fonction de production. Les nouveaux classiques venaient en effet de cercles différents de ceux de la synthèse néo-classique dans lesquels les paradoxes de Cambridge étaient discutés. L'absence de solutions consensuelles aux paradoxes de Cambridge n'a pas aidé à propager des nouvelles pratiques. L'inertie du système d'enseignement et la reproduction pure et simple des habitudes héritées — que Robinson critiquait dès le début — ont renforcé cet état de fait. La fonction de production n'était peut-être qu'une fable de manuel, mais il se trouve que les manuels servent à former des étudiants. De plus, les fonctions de production sont pratiques et commodées. Elles donnent rapidement des apparences de résultats. Au contraire, avec les modèles d'équilibre général multi-sectoriel, on ne peut obtenir de résultats tranchés sur le comportement du capital agrégé. En l'absence d'alternatives crédibles et consensuelles ou délivrant des messages clairs, le retour aux fonctions de production était peut-être inévitable.

On peut cependant trouver des raisons théoriques plus profondes. La macro-économie des nouveaux classiques s'accompagne d'une hypothèse sur les anticipations, dites hypothèse des anticipations rationnelles. Cette modélisation des anticipations suppose que les agents font toujours le meilleur usage possible de l'information dont ils disposent, et que l'information disponible est la connaissance complète du modèle, à l'exception d'événements intervenant de manière aléatoire mais avec des lois connues.

L'hypothèse des anticipations rationnelles est essentielle dans la résolution du problème posé par la non-stabilité de la courbe de Phillips. Avec l'hypothèse d'anticipations rationnelles, les agents anticipent la politique monétaire à venir. Celle-ci n'a d'effet sur les variables réelles qu'en tant qu'elle est imprévisible¹⁵. Cette modélisation écarte bien sûr toute la théorie keynésienne de la monnaie comme un instrument de coordination dans un contexte d'incertitude radicale,

15. Cette théorie a forgé la doctrine des banques centrales. Ainsi, le premier président de la BCE, Wim Duisenberg, pouvait dire : « nous pouvons faire ce que nous voulons, quand nous voulons ». La bonne politique monétaire était discrétionnaire. La crise a changé peu à peu les pratiques. En juillet 2013, l'actuel président de la BCE, Mario Draghi annonce que les taux resteront bas pendant une période prolongée. Cette déclaration de Draghi est incompréhensible dans le cadre des nouveaux classiques, mais elle est tout à fait normale pour un keynésien : en situation d'incertitude, la politique monétaire doit guider les anticipations des agents. Gageons que la théorie macro-économique est à la veille de profonds bouleversements.

non-probabilisable. Le cadre des anticipations rationnelles, qui est celui des processus aléatoires ergodiques, où les moyennes temporelles permettent de trouver la distribution de probabilité, ne peut pas prendre en compte l'incertitude keynésienne, focalisée sur des événements uniques, sans antécédents et devant lesquels une décision cruciale, engageant tout l'avenir, s'impose (Davidson, 1982).

Dans les modèles, les anticipations rationnelles aboutissent à ce que les agents, connaissant le chemin effectivement suivi, ne sont pas conduits à réviser leurs anticipations et à changer leurs actions. En d'autres termes, ils ne souhaitent pas dévier du chemin suivi, ou encore le chemin suivi est un point fixe des anticipations des agents. Cette modélisation exclut donc toute erreur individuelle ou collective. L'économie avance le long d'un sentier d'équilibre, dont les caractéristiques sont parfaitement prévues d'avance. Faisant fi du régime transitoire, qui dépend des conditions initiales, les travaux se placent souvent directement à l'état stationnaire de l'économie. Cet état est alors à nouveau un état d'âge d'or, déterminé par des conditions atemporelles, où les anticipations des agents sont satisfaites. La pratique des nouveaux classiques est donc aux antipodes des vues post-keynésiennes exposées précédemment. Dans l'état stationnaire à anticipations rationnelles, passé et futur sont une fois de plus confondus. Le capital hérité est le capital voulu. La tension entre les différentes acceptions du capital est donc complètement évacuée par cette modélisation.

Finalement, avec les nouveaux classiques, la macro-économie laisse derrière elle les controverses de Cambridge. Les nouveaux questionnements des économistes n'en tiennent aucunement compte, comme si les critiques de Cambridge n'avaient jamais existé, comme si les débats sur les fonctions de production agrégées n'avaient jamais eu lieu, comme si la différence entre les états transitoires et les états stationnaires n'avait jamais été soulevée. Alors que les théoriciens s'accordaient tout de même sur l'impossibilité de recourir au capital agrégé, les nouveaux classiques sont revenus, sur ce point, à la macro-économie de la synthèse néo-classique. La fonction de production peut alors passer à nouveau aux générations suivantes d'économistes. Les choses se déroulent si bien que finalement plus personne ne se préoccupe, dans l'école néo-classique, des paradoxes du retour des techniques, de la signification du capital agrégé et de l'absence de contenu technique de la fonction de production.

Nul doute que l'usage persistant des fonctions de production soit responsable d'une dégradation de l'analyse économique. Des termes comme la « fonction de production » ou, pire, la « technologie Cobb-Douglas » hypostasient en une réalité technique des rapports sociaux de répartition de la valeur ajoutée. Ainsi le paramètre de « productivité » générale des facteurs, qui n'est rien d'autre qu'un résidu statistique, est interprété comme une mesure de l'efficacité technique des systèmes productifs. Cette interprétation va guider la macro-économie des années 1980 et 1990. Le courant monétariste des nouveaux classiques, mené par Lucas, aboutit à la conclusion que la monnaie est super-neutre : elle n'a pas d'effet ni à long terme, ni à court terme. Dès lors, les explications du cycle doivent être cherchées ailleurs. Kydland et Prescott avancent une explication à partir de laquelle se développe le courant des *real business cycles*, la théorie des cycles réels, dont la dénomination même constitue une arme rhétorique. Ils suivent la méthodologie des nouveaux classiques. Dans un cadre d'équilibre général intertempo-

rel, les variables de l'économie, et au premier rang desquelles la productivité générale des facteurs, subissent des variations aléatoires, mais avec des lois de probabilité parfaitement connues des agents. Les cycles des affaires deviennent alors la réponse optimale de l'économie à des chocs exogènes sur la technologie. Sans la réincarnation de la fonction de production agrégée dans la « technologie Cobb-Douglas », une explication aussi aberrante du cycle des affaires aurait-elle pu voir le jour ?

Il est ainsi fort piquant de constater que l'orthodoxie contemporaine, qui revendique une micro-fondation des relations macro-économiques, fasse appel au concept de « fonction de production agrégée » qui en est précisément dépourvu¹⁶. Au regard de ces évolutions, la position méthodologique de Ferguson, qui fait de l'adhésion aux fonctions de production agrégée une affaire de croyance, s'est généralisée à l'ensemble des économistes (Carter, 2011a).

La simplification du côté de l'offre, avec le retour aux fonctions de production, a son pendant du côté de la demande, où les raisons de cette réduction vers le simplisme sont mieux comprises. Ils sont la conséquence directe des résultats de Debreu-Mantel-Sonnenschein. Selon ces travaux, l'agrégation des préférences individuelles peut donner des lois de demande d'à peu près n'importe quelle forme. Il est donc impossible de fonder les régularités des fonctions de demande agrégée nécessaires pour obtenir l'unicité et la stabilité de l'équilibre à partir des seules préférences individuelles. L'équilibre général ne peut donc, en général, rien dire de précis (Kirman, 1989). Pire, tout est possible.

Pour la demande comme pour l'offre, les théories de l'équilibre général peinent à fournir des enseignements univoques dès lors que l'on reste dans un cadre complexe et général. Pour aller au-delà des généralités et accoucher d'intuitions éco-

16. Charles I. Jones (2005) a tenté récemment de doter la fonction Cobb-Douglas de micro-fondations. Le modèle est typiquement un modèle de choix de techniques. Il se place dans le monde de Samuelson, où les méthodes de production sont de type de Leontief. Si les paramètres des fonctions de Leontief sont distribués d'une certaine façon, selon une loi de Pareto, alors la fonction de production agrégée, qui représente l'enveloppe des fonctions de production, a la forme Cobb-Douglas. Certes. On pourrait aussi s'amuser avec les mathématiques pour trouver la distribution qui correspond à la fonction de production CES. Comme le résultat de Jones s'inspire des relations de Houthakker (1955) et que Levhari (1968) a réussi à retrouver la CES par cette méthode, il n'y a aucun doute que cela soit possible. L'intérêt est proche de zéro.

Sur le plan du vocabulaire, les méthodes de production sont renommées « idées », ce qui permet une intéressante recherche empirique sur les brevets pour savoir si les idées sont distribuées selon une loi de Pareto... La fonction de production agrégée devient la fonction de production globale, façon d'éviter d'employer le terme agrégé qui renvoie à des problèmes complexes.

Au sujet des caractéristiques de l'objet ainsi construit, l'auteur est dans le flou artistique. S'agit-il d'une fonction de production de court terme ou de long terme ? Comme une seule méthode de production est utilisée à la fois, on est normalement dans une fonction de production de long terme, qui compare les équilibres stationnaires. Mais l'auteur se sert de son résultat pour analyser le changement technique. À ce niveau de métaphore, les contradictions n'ont que peu d'importance. Quand au niveau concerné, « the result applies at the level of a single production unit (be it a firm, industry or country). » (Jones, 2005, p. 232) La belle affaire !

Cette construction n'échappe pas à la critique de Cambridge, puisqu'elle part directement d'une notion de capital indépendante des prix, donc d'un capital physique. Dans le monde de Samuelson, personne n'a jamais contesté qu'il existait une fonction de production. Que celle-ci est la forme de Cobb-Douglas est un détail. Du point de vue de la littérature sur l'agrégation, l'existence d'un capital agrégé est supposé dès le départ. Il n'y a dès lors plus rien à agréger puisque ce capital agrégé est postulé à toute échelle.

nomiques non ambiguës, il faut spécifier les fonctions de demande agrégée. Cela va dans le sens d'une élucidation des relations structurelles d'une économie. Pour rester dans le cadre de l'optimisation et échapper aux conséquences gênantes de Debreu-Mantel-Sonnenschein, on fit l'hypothèse commode d'un agent représentatif : tout se passerait comme s'il existait un seul agent qui décidait du devenir de l'économie.

Comme la fonction de production agrégée, l'hypothèse de l'agent représentatif n'est en rien justifiée. Ce n'est bien sûr pas une hypothèse réaliste ni crédible. À défaut de prendre l'agent représentatif comme une modélisation théoriquement ou empiriquement prouvée, on peut la prendre, selon la méthodologie de l'économie positive, comme une hypothèse, dont l'intérêt devrait être éprouvé à la fécondité des résultats. On n'échappe cependant pas aux incohérences de cette hypothèse instrumentale. Par exemple, prenons un agent représentatif dont les choix coïncident avec ceux de l'économie agrégée. On pourrait alors dire que tout se passe comme si l'économie était menée par cet agent représentatif. Mais si « tout se passe comme si », lorsque l'agent représentatif préfère la situation A à B, les agents de l'économie devraient également préférer A à B. Or on peut construire un exemple dans lequel un agent représentatif existe, préfère A à B, tandis que tous les agents de l'économie préfèrent B à A (Kirman, 1992). Il faut donc s'en convaincre : l'hypothèse de l'agent représentatif est adoptée parce qu'elle est pratique. Elle légitime des calculs et des raisonnements à partir de fonctions d'utilité agrégée, mais ceux-ci sont pourtant dépourvus de sens¹⁷.

*
* *

La fonction de production a été utilisée au départ par Clark pour expliquer la distribution du revenu à la manière marginaliste. Les régressions économétriques de Douglas vont lui donner un crédit empirique dans les années 1930. Son utilisation après-guerre dans la macro-économie de long terme fait surgir de profondes interrogations sur le sens à lui donner. La critique de Cambridge montre ainsi que hors d'un monde à un bien la fonction de production n'est pas une donnée technique mais un artifice de modélisation qui recouvre des réalités économique-sociales. Il en est de même du capital. L'étude constructive de la fonction de production agrégée, lancée par Fisher dans un cadre néo-classique, aboutit aux mêmes conclusions : la fonction de production n'existe au niveau agrégé que sous des conditions extrêmement restrictives. Le succès apparent de la fonction de Cobb-Douglas ne découle en rien des lois de la production mais simplement d'un partage à peu près constant de la valeur ajoutée entre salaires et profits.

Une grande confusion règne chez les économistes néo-classiques sur la nature de la fonction de production. La fonction de production mélange des flexibilités

17. On redécouvre périodiquement le problème de l'agrégation. Dans un cadre RBC standard, An et al. (2009) montre ainsi que l'estimation d'un modèle à agent représentatif sur les données issues d'un modèle à agent hétérogène ne donne pas de résultats pertinents lorsque plusieurs imperfections sont présentes (indivisibilité du travail et contrainte d'emprunt). L'étonnant est que la charge de la preuve revienne à ceux qui veulent montrer l'inadéquation du modèle à agent représentatif.

du niveau macro-économique avec des descriptions techniques du niveau micro-économique, elle représente des possibilités de long terme comme des réactions de court terme. Ces amalgames favorisent l'irréalisme de la théorie Économique. La fonction de production devient un élément de la boîte à outil de l'Économiste. Il applique mécaniquement le petit nombre de formes fonctionnelles mathématiquement commodes (Cobb-Douglas, CES) à tous les problèmes, indépendamment de leurs caractéristiques intrinsèques.

Le premier pas à faire pour sortir de cette situation est de distinguer différentes fonctions de production, selon l'horizon temporel de référence et selon l'échelle de la production. Au-delà de cette nécessaire clarification, une approche à la Johansen permet de construire une fonction de production de court terme par branches de produit homogène, en fonction des capacités de production installées. L'agrégation sur les différents secteurs fournit alors les possibilités de production à l'échelle globale de l'économie. Les investissements effectués à chaque période redéfinissent de proche en proche la fonction de production de courte période. Dans cette approche, on n'a plus une fonction de production de long terme mais une succession de fonctions de production de court terme, décrites en des termes techniques. On débouche donc naturellement sur une vision ouverte de l'avenir, qui se construit par itération des moments présents, on peut ainsi rendre compte de manière historique de l'évolution des systèmes techniques.

Cette voie était en germe dès le début des années 1970, mais ces potentialités n'ont jamais été explorées à fond. La théorie Économique suit une autre voie, qui affermit la fonction de production comme outil central. Dans la théorie de la croissance, la fonction de production est un élément majeur des réponses des économistes aux interrogations environnementales soulevées par le Club de Rome. Elle s'impose comme un outil fabuleux permettant de parler du long terme sans rien connaître. Légitimée dans la macro-économie de long terme, la fonction de production occupe également une place de choix dans la macro-économie de court terme. Cette évolution est paradoxale, au regard des attentes des théoriciens néo-classiques ayant pris part à la controverse de Cambridge. Alors que ceux-ci voyaient le salut dans un équilibre général intertemporel multi-sectoriel, le tournant des nouveaux classiques opère une simplification drastique de la macro-économie. Dans la pratique des modèles macro-économiques, et en particulier la quasi-intégralité de la littérature sur les cycles réels, l'équilibre général intertemporel se dégrade en une version extrêmement simplifiée, avec un seul agent et un seul bien. La production est représentée par une fonction Cobb-Douglas standard. On retombe ainsi dans les simples paraboles que la critique de Cambridge avait dénoncées, dans un cadre de modélisation encore plus rigide.

Dans le chapitre suivant, en étudiant la question du changement climatique et de l'utilisation des modèles intégrés économie – climat, nous allons voir les effets de la réduction de la macro-économie à ce monde simplifié, en particulier dans les controverses sur le taux d'actualisation.

Coûts et bénéfices des politiques climatiques : les travers de la théorie Économique

Frères humains qui après nous vivez
N'ayez les cœurs contre nous endurcis

La ballade des pendus
François Villon

APRÈS AVOIR EXAMINÉ le rôle de l'énergie dans le développement occidental, nous consacrons ce chapitre au changement climatique et aux approches économiques du phénomène. Une première partie retrace les causes du changement climatique et la manière dont la théorie Économique s'est emparée du problème. Les tendances idéologiques propres à la théorie Économique ont progressivement déplacé l'analyse coût-efficacité des premiers temps vers une analyse coût-bénéfice (ACB). Les deux parties suivantes sont consacrées à une critique des ACB, en se focalisant sur le taux d'actualisation et la fonction de dommages. Elles précisent donc les manifestations de l'idéologie économique dans les choix de modélisation ainsi que les effets de l'analyse macro-économique des « nouveaux classiques ».

4.1 LE CHANGEMENT CLIMATIQUE SAISI PAR LA THÉORIE ÉCONOMIQUE

4.1.1 Une conséquence inattendue du développement économique

Aux visions désincarnées de l'économie comme circuit financier qui se déploie indépendamment des conditions matérielles, l'économie écologique oppose une vision intégrée de l'économie au sein de son environnement (cf. 2.2.1). La réussite indéniable des sociétés de marché sur le plan de l'accroissement des conditions de vie matérielles a été possible grâce à l'utilisation des ressources fossiles (cf. 2). La hausse des niveaux de consommation s'est accompagnée d'une taille accrue de l'économie, c'est-à-dire d'une croissance des flux de matières commandés par les activités économiques. L'économie est un processus de transformation de la matière, qui change les ressources en déchets. Relâchés dans les écosystèmes, ces déchets en perturbent le fonctionnement, ils provoquent généralement des pollutions. Dans l'optique de l'économie écologique, il est intéressant de suivre le

sort des ressources fossiles si primordiales pour le fonctionnement de l'économie moderne.

Les ressources fossiles sont des chaînes carbonées qui fournissent de l'énergie par un processus de combustion. La combinaison du carbone des ressources fossiles avec l'oxygène de l'air lors de la combustion produit du dioxyde de carbone (CO_2). La production d'énergie pour les activités économiques produit conjointement du CO_2 . La matière carbonée extraite du sous-sol finit dans l'atmosphère, sous forme de CO_2 .

Quel est l'effet de ce CO_2 dans l'atmosphère ? Pour le dire simplement, le CO_2 retient la chaleur de la Terre, son rayonnement infrarouge : il s'agit d'un gaz à effet de serre (GES). Le CO_2 rejeté par la combustion des ressources fossiles provoque un réchauffement de l'atmosphère, et par ricochet, d'autres éléments de la biosphère, comme les océans. Cette modification dans la chaleur emmagasinée par la Terre change le système climatique, qui n'est rien d'autre que le système de répartition de la chaleur sur la surface terrestre. Soutenue par les ressources fossiles, la croissance des activités économiques a pour conséquence inattendue le réchauffement climatique.

L'expression, courante en sciences sociales, de conséquence inattendue laisse une certaine ambiguïté sur la nature du sujet qui ne s'attend pas à la conséquence. Le délai entre les éléments déclencheurs et la réalisation de la conséquence, le moment où la conséquence est perçue ajoute à l'ambiguïté. Conséquence inattendue donc, mais pour qui ? et à quelle période ? Le changement climatique, dont la majeure partie est encore à venir, est aujourd'hui une conséquence prévue, dont la société en général, à défaut de chacun des individus en particulier, est consciente. Pour sûr, il n'en a pas toujours été ainsi. Mais le basculement du changement climatique du néant cognitif à la catégorie de conséquence prévisible, puis prévue, n'est pas aussi récent que l'on pourrait le croire. Les éléments permettant de comprendre le phénomène sont en fait anciens. Certains cercles avancés l'ont donc prédit assez tôt.

À la fin du XVIII^e, le genevois Saussure avait mis en évidence les principes de l'échauffement dans une serre. Dans une serre, la vitre forme un écran qui y maintient la chaleur, la température s'y élève par rapport à l'extérieur. En 1824, Fourier estime que l'atmosphère joue pour la Terre le même rôle que la vitre pour la serre¹. Les mécanismes derrière l'effet de serre seront précisés par des recherches au cours du XIX^e siècle. Pouillet (1790-1868) et Tyndall (1820-1893) identifient le rôle de la vapeur d'eau et du dioxyde carbone dans l'absorption du rayonnement infrarouge. Le chimiste Svante Arrhenius donne une synthèse sur l'effet de serre en 1896. La force de l'effet de serre dépend de la composition chimique de l'atmosphère.

Dès la fin du XIX^e siècle, les éléments sont en place pour une compréhension rudimentaire des effets de la combustion des énergies fossiles. La possibilité d'un changement climatique est déjà évoquée. Dans son ouvrage de vulgarisation

1. L'explication couramment reçue à l'époque pour expliquer le réchauffement d'une serre est celle de Saussure. En réalité, le physicien américain Wood montra en 1909 que le réchauffement dans une serre est principalement dû au blocage de la convection, et non au piégeage des rayons infrarouges. Le terme d'effet de serre resta malgré tout en vigueur dans les sciences de l'atmosphère.

L'évolution des mondes, Arrhenius (1907) envisage des effets sur la température d'un doublement de la concentration de CO₂. Selon ses estimations (p. 57), la température devrait augmenter de 4 °C. Avec le vocabulaire d'aujourd'hui, on a là un premier calcul de la sensibilité climatique (la hausse de température pour un doublement de la concentration en CO₂), dans la fourchette de valeurs aujourd'hui admise. Toutefois ce résultat tient presque du miracle car Arrhenius avait négligé deux effets² qui, par chance, se compensent presque exactement. Svante Arrhenius considère l'effet des combustibles fossiles. « La consommation annuelle de houille a atteint en 1907 environ 1 200 millions de tonnes et elle augmente rapidement. Cette quantité répand dans l'air environ 1/500^e de sa teneur totale en acide carbonique. Bien que l'océan, en absorbant ce gaz, agisse comme un puissant régulateur, qui dissout environ les cinq sixièmes de celui produit, on peut concevoir que la très faible quantité répandue dans l'atmosphère puisse être modifiée, au cours des siècles, par la production industrielle. [...] Il semble donc que la teneur en acide carbonique de l'air doive augmenter constamment et d'une façon assez sensible, par la consommation industrielle toujours croissante de la houille, du pétrole, etc., telle que la statistique nous l'indique. Cette progression augmentera encore avec l'emploi toujours croissant des combustibles minéraux. » (Arrhenius, 1907, p. 58-62)

La conséquence de combustion des ressources fossiles extraites du sous-sol est donc l'élévation de la température terrestre. En suivant le trajet des atomes de carbone depuis leur extraction sous forme de houille jusqu'à leur combustion sous forme de CO₂, Arrhenius est en mesure de prévoir l'effet de ce long processus de transformation. Le réchauffement qu'il anticipe est pour lui bénéfique car il permettrait de mettre en valeur les régions polaires (p. 69), mais il ne devrait intervenir que graduellement, au cours des siècles à venir.

Les effets de l'utilisation des ressources fossiles sont donc identifiés précocement dans certains cercles d'expertise. Mais le réchauffement climatique apparaît lointain et peu dangereux. Il n'y a pas lieu de s'en préoccuper. De plus, à ce stade, ce n'est qu'une possibilité. Même fondée sur des lois physiques, cette possibilité s'inscrit dans un système que l'on comprend imparfaitement, le système climatique. La possibilité théorique doit être validée par l'observation. Callendar croit avoir identifié le signal d'un réchauffement dans les données à sa disposition (1938), et il l'attribue au CO₂, rejeté par les processus industriels et accumulé dans l'atmosphère. Arrow (2007) raconte comment, en 1942, un professeur de « météorologie dynamique » lui parle d'un réchauffement climatique à venir du fait de la combustion des ressources fossiles. Dès cette époque, les conséquences inattendues des consommations énergétiques étaient prévisibles.

Dans l'après-guerre, avec les grandes campagnes géophysiques, les savants découvrent la complexité du système Terre et font de grands progrès dans sa connaissance. Les calculs ne sont pas aussi simples que ceux d'Arrhenius, le CO₂ suit un cycle complexe. Il ne reste pas entièrement dans l'atmosphère comme le pensait Callendar, mais il est en partie absorbé par les océans (Revelle et Suess, 1957). Les mesures de Keeling, effectuées à partir de 1958 à Hawaï, montrent pourtant, par-delà des variations saisonnières régulières, une augmentation

2. Arrhenius avait sous-estimé l'absorbance de la vapeur d'eau, ce qui aurait accru l'effet de serre prévu, et négligé la convection verticale qui limite le premier effet.

constante de la concentration de CO₂, dans l'atmosphère. Les militaires, parmi les premiers, se posent la question du réchauffement climatique que pourrait entraîner cette augmentation de CO₂, dans une visée géostratégique marquée par la guerre froide (Doel, 2009). Les études se succèdent. La science progresse dans sa compréhension du système Terre : les fluides d'air et d'eau circulent à la surface de la Terre pour répartir la chaleur ; les climats sont déterminés par la rencontre de ces flux avec les masses continentales. Avec les modèles de circulation générale et l'arrivée des ordinateurs qui permettent de faire des calculs autrefois impossibles, la climatologie commence à estimer les effets sur le climat général d'une quantité plus grande de gaz à effet de serre, qui accroît la chaleur à répartir à la surface de la Terre. Avec des observations plus nombreuses et plus fines, les climatologues identifient le premier signal d'un réchauffement. Reste à confirmer cette tendance et à en circonscrire les causes.

Il faudrait pouvoir raconter les découvertes de la climatologie en parallèle avec la prise de conscience politique d'un « problème » du réchauffement climatique. Latente dans les années 1970, où le sujet est discuté avant tout dans des cercles spécialisés, elle gagne en ampleur dans les années 1980, en premier lieu au niveau international. La conférence mondiale sur le climat à Villach en 1985 et celle de Toronto en 1988 signalent le début d'une problématisation de la question climatique. À l'issue de la conférence de Toronto, est décidée la création du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et de l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Le rôle principal du GIEC est de synthétiser les connaissances scientifiques sur le thème du réchauffement. Cet outil par lequel la communauté internationale cherche à appréhender le réchauffement climatique va jouer un grand rôle dans la structuration des communautés de recherche, que ce soit celle des climatologues ou des économistes travaillant sur les questions des coûts du changement climatique. Les rapports du GIEC sont une source d'informations incontournables et rendent accessible au public la recherche académique.

Les rapports du GIEC permettent de se faire une idée plus précise des causes du changement climatique. Au fur et à mesure des rapports (1990, 1995, 2001, 2007), le rôle des émissions humaines dans le réchauffement est confirmé. Le réchauffement climatique n'est pas provoqué par le seul CO₂. De fait, d'autres molécules sont des gaz à effet de sphère (GES). Les principaux GES rejetés par les activités humaines sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et les fluorocarbures. D'autres gaz, comme l'ozone ou la vapeur d'eau, ont des cycles très complexes. La vapeur d'eau, du fait des quantités importantes présentes dans l'atmosphère, contribue beaucoup à l'effet de serre. Mais sa concentration atmosphérique est fonction principalement de la température. En conséquence, la vapeur d'eau émise dans les basses couches de l'atmosphère n'est généralement pas considérée comme un GES, contrairement à celle émise dans les hautes couches.

L'émission par les activités humaines de gaz à effet de serre modifie le bilan radiatif de la Terre. L'effet direct des gaz à effet de serre est de retenir le rayonnement infrarouge et d'augmenter la température. Mais cette augmentation de température induit des rétroactions des autres composantes du système climatique,

qui peuvent amplifier la baisse initiale ou au contraire l'atténuer. Par exemple, la hausse des températures réduit la couverture neigeuse, ce qui diminue la réflexion des rayons du soleil (l'albedo), et augmente la température. C'est une rétroaction positive, de même que la hausse de température accroît la concentration en vapeur d'eau, ce qui augmente la température. A contrario, l'augmentation de la température plus marquée en moyenne dans les hautes couches de l'atmosphère accroît le rayonnement radiatif et donc diminue la température. C'est un exemple de rétroaction négative. L'addition des rétroactions rend la réponse du système climatique compliquée à déterminer avec précision. La plus grande incertitude vient de la rétroaction des nuages. Tous ces effets se combinent pour engendrer un réchauffement climatique, d'ampleur incertaine, à la suite du forçage radiatif engendré par les GES.

Chaque GES contribue de manière différente au réchauffement climatique, à cause de son forçage radiatif et de sa durée de vie. Pour comparer les effets des différents gaz, il faut disposer d'une mesure commune, le potentiel de réchauffement global, qui est la chaleur retenue par le gaz pendant une durée de vie conventionnelle de cent ans suivant son émission dans l'atmosphère. Une fois les quantités de gaz corrigées par leur pouvoir de réchauffement, on peut apprécier la contribution relative des différents GES dans le réchauffement climatique. Publiée dans le quatrième rapport du GIEC de 2007, la dernière estimation extensive date de l'année 2004. Les fluorocarbures n'ont qu'une incidence mineure. Les trois plus importants sont le protoxyde d'azote (autour de 8%), issu essentiellement de la décomposition des engrais azotés, le méthane (autour de 15%), issu essentiellement de l'élevage, de la décomposition des déchets organiques et des fuites de gaz naturel lors de l'extraction et la distribution des hydrocarbures, et enfin le CO₂, qui représente plus des trois quarts du total. La contribution du CO₂ issu d'origine fossile est d'environ 60 %, tandis que plus de 15 % est dû au CO₂ d'origine organique, issu de la déforestation, principalement à cause du défrichage par brûlis pour obtenir de nouvelles terres agricoles, ou de la collecte de bois de feu.

Les deux causes principales d'émission de GES sont donc les processus liés à l'agriculture et à l'obtention d'énergie grâce aux combustibles fossiles. Les émissions directement liées aux combustibles fossiles sont prépondérantes. Cela valide l'accent mis sur le lien entre ressources énergétiques fossiles et changement climatique. Ainsi, les choses correspondent à ce qu'écrivaient [Revelle et Suess \(1957, p. 19\)](#) : « Human beings are now carrying out a large scale geophysical experiment of a kind that could not have happened in the past nor be reproduced in the future. Within a few centuries we are returning to the atmosphere and Oceans the concentrated organic carbon stored in sedimentary rocks over hundreds of millions of years. »

La consommation d'énergie fossile et le changement climatique sont l'avvers et le revers d'un même phénomène, le besoin d'énergie pour les processus de transformation et de mise en valeur de la matière. La principale cause du changement climatique est l'extraction de ressources carbonnées qui sont brûlées puis retournées à l'atmosphère. On ne peut pas comprendre l'origine du changement climatique, et les difficultés à stopper sa progression, si on ne relie pas la question du changement climatique à la question des sources énergétiques du développe-

ment économique. C'est un fait à ne pas perdre de vue dans le cours de l'analyse quand on examine les solutions à apporter pour réduire les émissions de CO₂. Hors dispositif permettant de stocker le CO₂ dans le sous-sol ou de le rendre inerte, la limitation des émissions de CO₂ suppose une limitation de la consommation des ressources fossiles.

Les activités humaines ont donc désormais des conséquences planétaires et affectent l'ensemble des écosystèmes de la surface terrestre. Pour certains, une nouvelle ère géologique s'est ouverte : l'anthropocène. Le changement climatique est le témoin le plus probant de cette nouvelle ère géologique. Cette nouvelle ère est marquée par les effets géologiques de l'action de l'Homme, ou, plus spécifiquement, des humains impliqués dans les systèmes technico-économiques des sociétés de marché. Il est significatif que les promoteurs du concept datent l'entrée dans l'anthropocène en 1784, date à laquelle Watt perfectionne la machine à vapeur (Crutzen, 2002).

4.1.2 *Les premiers travaux de Nordhaus*

La discipline économique enregistre aussi cette longue émergence du changement climatique comme problème contemporain. Une mention précoce se trouve chez Ayres et Kneese (1969) (cf. 2.2.1). Ils calculent les importantes quantités de CO₂ rejetées par les activités économiques américaines et signalent les possibles conséquences en terme de changement climatique. C'est toutefois à Nordhaus qu'est associé le changement climatique dans l'esprit de l'Économiste. Les inflexions des travaux de Nordhaus, des années 1970 aux années 1980, sont sensibles. On y voit l'abandon des thèmes écologiques du début des années 1970, l'émergence du problème climatique puis la clôture de l'analyse économique sur elle-même. Ce mouvement nous paraît être à la fois le témoignage d'une époque qui voit la fin de l'effervescence intellectuelle du début des années 1970 et correspondre à l'affirmation de l'économie comme domaine séparé, doté de valeurs autonomes (ce sujet sera développé dans le chapitre 7). C'est la raison pour laquelle nous l'étudions finement par la suite.

Dans sa mise au point sur les limites à la croissance, qui reprend le circuit écologique de l'économie sans le nommer (cf. 2.2.1), Nordhaus (1974) écarte un à un les problèmes soulevés par le rapport Meadows : les ressources sont en quantités suffisantes et de nouvelles ressources sont constamment découvertes ; les coûts d'extraction des ressources ne sont pas un problème non plus car le coût en main d'œuvre pour l'extraction baisse grâce au progrès technique ; les problèmes d'environnement local peuvent être résolus si on y consacre suffisamment de temps et d'argent.

Les seules pollutions sérieuses dues aux consommations de ressources fossiles sont les pollutions globales et en particulier le renforcement de l'effet de serre. Selon les analyses de l'époque rapportées par Nordhaus, un réchauffement autour de 2 °C pourrait enclencher des changements incontrôlables par la fonte des calottes polaires et une diminution auto-renforçante de l'albedo.

Le problème vaut la peine d'être étudié de plus près. Avec un modèle de transition énergétique des combustibles fossiles vers le nucléaire à l'horizon de 2120, Nordhaus calcule la trajectoire d'émissions et estime que la concentration pas-

serait de 340 ppm en 1970 à 487 ppm en 2030 (rappelons qu'en 2013, la barre des 400 ppm a été franchie). Les niveaux de concentration augmentent donc et s'approchent de la zone dangereuse du réchauffement de 2 °C³ : « Although this is below the fateful doubling of CO₂ concentration, it may well be too close for comfort. » (Nordhaus, 1974, p. 26)

Jugeant le problème suffisamment sérieux, Nordhaus poursuit ses études sur le contrôle des émissions de CO₂. Une première synthèse (Nordhaus, 1977a) paraît en 1977, dans l'*American Economic Review* (dès son article de 1974, Nordhaus a accès aux revues les plus prestigieuses de sa discipline). Cette synthèse est détaillée dans un document de travail (Nordhaus, 1977b). À ce moment, il est quasiment le seul à s'intéresser au problème.

Nordhaus s'appuie d'abord sur de nombreux travaux en science climatique, qui défrichent le phénomène. Il y a de nombreuses interrogations sur l'effet d'une élévation de la concentration en CO₂ sur les changements climatiques. Les premiers travaux donnent des résultats contrastés. Nordhaus s'attache surtout à décrire finement le cycle du carbone. Il en construit un modèle pour relier les émissions humaines de CO₂ avec la concentration finale de CO₂. Une fois émis dans l'atmosphère, le CO₂ suit en effet un chemin compliqué à travers différents réservoirs (différentes couches océaniques, biosphère terrestre, etc...). Ce sont les interactions entre ces différents réservoirs de carbone qui vont déterminer la concentration finale du CO₂.

Le modèle de cycle de carbone, en aval, est complété par un modèle, en amont, du système énergétique. En effet, le gros des émissions de CO₂ vient de la combustion des sources d'énergie fossile. Le modèle du système énergétique décrit différentes technologies possibles (gaz, charbon, pétrole, nucléaire), qui ont chacune des émissions déterminées de CO₂. Le modèle complet est encore très proche de la vision de l'économie écologique qui naissait au début de la décennie. Les émissions de CO₂ sont explicitement reliées à la combustion de ressources fossiles pour la production d'énergie. Les stratégies de réduction des émissions peuvent donc s'interpréter concrètement en termes de substitution des méthodes de production des énergies. Les résultats s'incarnent dans des contenus tangibles, comme des parts de marché par technologie pour la production de l'énergie.

La démarche choisie fixe des objectifs-limites de concentration atmosphérique de CO₂. Le programme optimise ensuite la répartition de la production dans le secteur énergétique pour minimiser les coûts tout en respectant la contrainte de concentration. Il s'agit donc d'une analyse coût-efficacité. Nordhaus estime ainsi les coûts d'une politique de réduction d'émissions, dans le cas où la contrainte correspond à une augmentation de 50 %, un doublement ou un quadruplement de la concentration par rapport au niveau pré-industriel (respectivement 420, 560 et 1120 ppm). Comme dans tout programme d'optimisation sous contraintes, il existe un prix associé à la contrainte. Ce prix peut s'interpréter comme une taxe sur le CO₂. Nordhaus montre que le prix commence assez bas puis augmente graduellement avec le temps. Surtout, le profil de production d'énergie

3. Nordhaus se fonde sur un rapport selon lequel un doublement de la concentration est nécessaire pour arriver à ce réchauffement. Autrement dit la sensibilité climatique est estimée à 2, ce qui correspond à une valeur basse, légèrement en dessous de la fourchette sur laquelle on s'accorde aujourd'hui.

avec contrainte ou sans contrainte est quasiment inchangé pendant les premières décennies. Dans un premier temps, il ne faut donc rien faire. Dans le scénario médian, les actions sérieuses commencent à partir de 2010, ce qui laisse trente ans pour se préparer, délai confortable...

Pour saisir le cadre normatif dans son entier, il est important de savoir comment sont déterminés les objectifs-limites. En l'absence de chiffres, Nordhaus ne peut s'en remettre qu'à son jugement. Il considère prudent que les températures ne sortent pas de leur domaine de variabilité naturelle. Un doublement de la concentration conduirait à une hausse de température qui ferait sortir la température de la zone où elle évolue depuis plusieurs centaines de milliers d'années. Ainsi, au regard des études connues, un doublement de la concentration en CO₂ est un objectif raisonnable (Nordhaus, 1977b, p. 39-40 ; Nordhaus, 1977a, p. 344).

Pourtant, cette démarche, tout à fait légitime, laisse Nordhaus profondément insatisfait (Nordhaus, 1977b, p. 41). Il voudrait avoir des objectifs-limites qui soient fixés de manière « objective », ce qui signifie, pour l'Économiste, fixés par une pondération entre les coûts et les bénéfices. L'Économiste aime le calcul à la marge, il aime déterminer finement la position optimale, celle où le bénéfice marginal obtenu en déplaçant la politique compense exactement le coût marginal. Tout autre raisonnement lui paraît incomplet et, d'une certaine façon, paternaliste, car l'Économiste fixe alors des limites *ad hoc*, alors que celles-ci devraient être révélées de manière objective, par le calcul, du sein même de l'analyse économique. C'est pourquoi Nordhaus propose comme direction de recherche de s'intéresser aux coûts que provoquerait le changement climatique, et d'en déduire ensuite le niveau de contrôle souhaitable des émissions (Nordhaus, 1977a, p. 346). Nordhaus suit ce programme pour ses travaux suivants (Nordhaus, 1982). La théorie Économique referme son cercle sur le changement climatique.

On peut comparer l'évolution de William Nordhaus avec celle d'Alan Manne (Matarasso, 2007). Issus de la Cowles Commission, ils s'intéressent tous les deux au problème du changement climatique. Alan Manne commence ses recherches par l'analyse d'activités appliquée au système énergétique. Il poursuit dans cette voie et devient un des spécialistes de l'analyse des systèmes énergétiques. C'est dans cette perspective qu'il poursuit ses travaux en chiffrant les coûts des programmes de réduction des gaz à effet de serre à partir du début des années 1990. Au contraire, Nordhaus commence également par des études détaillées du système énergétique mais se rapproche ensuite d'études plus stylisées à la manière des théoriciens néo-classiques. La recherche d'un accord plus profond entre ses travaux et les prescriptions de la théorie Économique le conduit à pousser toujours plus loin la stylisation et à s'engager dans la voie d'une analyse totale des coûts et des bénéfices. Les travaux de Nordhaus débouchent donc sur une vision dématérialisée de l'économie, fermée sur elle-même, là où ceux de Manne restent à un niveau plus descriptif, plus en prise avec les processus réels. Dans cette opposition, il est intéressant de noter les cercles différents dans lesquels les deux publient. Manne publie surtout dans des revues spécialisées, centrées sur les problèmes énergétiques, alors que Nordhaus publie principalement dans les grandes revues généralistes, et en particulier dans l'*American Economic Review*. Il ne fait donc pour nous pas de doute que Nordhaus est bien un représentant de la théorie Économique.

4.1.3 Le passage à l'analyse coût-bénéfice

Lorsque Nordhaus (1994b) publie son ouvrage majeur *Managing the global Commons*, le contexte a radicalement changé. À l'été 1988, l'opinion publique des États-Unis s'est émue du réchauffement climatique, à la faveur d'un été particulièrement chaud et sec. Dans une intervention au Sénat américain qui a fait date, James Hansen avait alors déclaré qu'il s'agissait des premiers effets du réchauffement climatique. À la Conférence de Rio de 1992, les États se sont engagés dans la Convention-cadre des Nations-Unies pour le changement climatique (CCNUCC) à « stabiliser les concentrations de GES dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation dangereuse du système climatique » (article 2). Vingt ans après la conférence de Stockholm, les politiques environnementales tiennent le haut de l'agenda politique. Outre la CCNUCC, sont également signées la Convention sur la diversité biologique et la Convention sur la lutte contre la désertification. La conférence débouche également sur l'*Agenda 21*, programme d'action pour mettre en œuvre les recommandations de la conférence au cours du xxi^e siècle. Cela participe d'un mouvement général à cette époque. Dans un monde libéré du carcan de la guerre froide, la mobilisation en faveur des problèmes de l'environnement est très forte, mais suscite aussi des réactions de rejet, comme l'appel d'Heidelberg avant la tenue du sommet de Rio.

Sur le terrain académique, Nordhaus n'est plus seul. Des livres importants ont été publiés, comme celui de Cline, *The economics of global warming* (1992), ou de Manne et Richels, *Buying Greenhouse insurance* (1992). L'économie du changement climatique acquiert désormais une certaine visibilité, qui ira croissante avec la mobilisation internationale.

Dans l'introduction, Nordhaus (1994b, p. ix) rappelle que son ouvrage est le fruit de vingt ans de recherche. Par rapport à ses premiers travaux, l'ouvrage introduit malgré tout des inflexions majeures. Ces inflexions sont principalement des choix de méthodes et de modélisations. Ces choix ne sont cependant pas sans conséquence sur la représentation du phénomène. Présentons ainsi brièvement le modèle de Nordhaus (1994b), le modèle DICE (*Dynamic Integrated model of Climate and the Economy*), et tentons de comprendre les déplacements de l'analyse, à mesure de la sophistication et de la spécialisation des études sur l'économie du changement climatique. Il s'agira de comprendre en quoi ces modifications de l'analyse économique changent notre représentation du problème climatique.

Suivre le trajet du carbone, de son utilisation à son émission dans l'atmosphère permet d'aborder méthodiquement chacun des modules de DICE.

La formalisation de DICE frappe premièrement par l'absence de source explicite d'émissions. La vision adoptée est agrégée et macro-économique. La production résulte de la combinaison de travail et de capital dans une fonction Cobb-Douglas. Un sous-produit de cette production est l'émission de GES, avec un coefficient de proportionnalité, l'intensité-carbone de la production, qui suit une trajectoire exogène. Ainsi les sources d'émission ne sont pas spécifiées : les émissions sont la conséquence de la production d'un agrégat homogène, le PIB. Cela contraste fortement avec le modèle précédent, où les émissions étaient la conséquence directe de l'utilisation des combustibles fossiles pour le secteur énergétique. La représentation des émissions sous la forme d'une production conjointe

à l'agrégat macro-économique ne raccroche plus les émissions à des processus physiques véritables. Les ponts avec la vision de l'économie écologique sont coupés ; les flux de matière qui traversent le système ne sont plus visibles. Il y a donc une abstraction par rapport au modèle précédent, abstraction non dans le sens d'une plus grande généralité mais d'une plus grande irréalité.

Cet oubli de la matérialité des processus a une conséquence majeure pour les stratégies de réduction des émissions. La réduction d'émissions est représentée par un abattement des émissions, c'est-à-dire d'un coefficient global de réduction des émissions. Tous les types de réduction d'émissions sont remplacés formellement par ce seul paramètre, l'abattement des émissions. Lorsque ce taux vaut 1, toutes les émissions ont été réduites ; lorsqu'il est nul, aucune émission n'a été réduite. Le contrôle sur les émissions est donc instrumenté de manière simple, par une seule variable. Mais ce contrôle est purement abstrait. Il n'est pas relié à des stratégies concrètes dans l'économie existante. Un taux d'abattement de 40 % ne permet pas de savoir quelles sont les stratégies envisagées. On ne sait donc pas comment un taux d'abattement s'incarne concrètement dans l'économie réelle, quelles sont les transformations économiques nécessaires pour le réaliser.

Au contraire, le modèle précédent reliait les réductions d'émissions à des changements concrets dans la fourniture énergétique. Les modèles agrégés, dits top-down, qui ont les faveurs des macro-économistes, se sont contentés de cette représentation très abstraite du processus d'émission et d'abattement. Les modèles dits bottom-up, qui partent d'une modélisation des techniques énergétiques et sont réalisés plutôt par des ingénieurs, sont restés plus proches du premier modèle de Nordhaus. Cependant, même dans la littérature théorique qui se place à un niveau agrégé, on voit un retour à une modélisation explicite des émissions, et donc des stratégies d'abattement sous la forme de substitution entre énergies (Golosov et al., 2011). Nordhaus (2008) lui-même dans sa dernière version de DICE (2007) réintroduit une contrainte qui rappelle que les émissions sont d'abord la conséquence de l'utilisation des carburants fossiles : l'ensemble des émissions sur toute l'horizon ne doit pas excéder le total des combustibles fossiles connus. Cette contrainte n'était pas nécessaire dans les versions antérieures, qui se limitaient à un horizon 2100, mais elle le devient à l'horizon 2200 où la modélisation des émissions comme sous-produit de l'activité pose des problèmes de compatibilité avec les estimations des combustibles fossiles disponibles. Nordhaus ne revient cependant pas à une description explicite des énergies et donc des mesures d'abattement.

Au lieu de détailler les coûts de chacune des mesures d'abattement, il utilise une fonction de coût réduite, qui résume l'ensemble des mesures de réductions d'émission. Ces coûts sont calibrés à partir d'études sectorielles, qui calculent le coût de la réduction d'émission en fonction de l'abattement. Nordhaus synthétise donc par une forme compacte les coûts des politiques de réduction, qui sont estimés en supposant une mise en œuvre efficace, à moindre coût, des stratégies de réduction. Le caractère très compact du modèle permet de considérer les coûts des stratégies en regard des bénéfices tirés de la diminution des impacts, et donc de réaliser une analyse coût-bénéfice. En revanche, il ne permet pas, du fait de sa construction, d'incorporer des frictions et des rigidités qui viendraient contrarier l'optimalité des décisions d'investissement dans les réductions d'émission. Cela

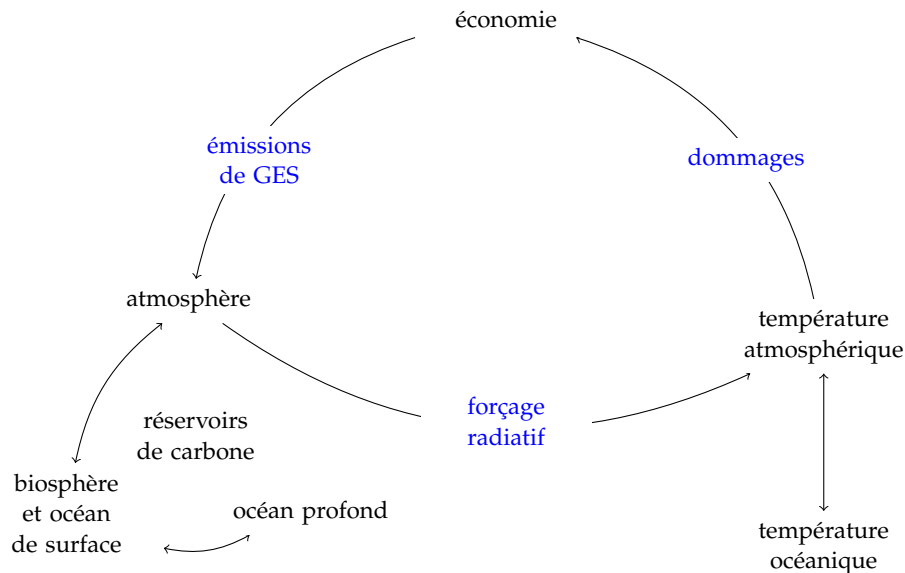


FIGURE 4.1: Représentation des effets externes dans DICE

est fâcheux car il existe différents modèles pour évaluer les coûts (Weyant, 1993), et leurs hypothèses de comportement peuvent faire varier dans une large proportion les résultats (Crassous, 2008, chap. 2). Du fait de la représentation désincarnée des émissions et donc des stratégies de réduction, le modèle DICE n'offre qu'un très faible contrôle des hypothèses de comportement macro-économique incorporées dans des formes fonctionnelles.

Une fois émis par les activités économiques, le carbone propage ses effets dans les modules extra-économiques, représentés sur la figure 4.1.

Les émissions qui ne sont pas abattues s'accumulent dans un stock atmosphérique de carbone. Ce stock de carbone participe au cycle de carbone, d'une manière très similaire à celle du premier modèle. Le nombre de réservoirs de carbone est réduit (il passe de sept à trois), mais le principe est le même. Là où le premier modèle de Nordhaus avait un seul module représentant le cycle du carbone, qui relie les émissions aux concentrations, DICE comprend en plus un module climatique permettant de transformer les concentrations en température. Cela s'opère au travers d'un modèle de température à deux composantes, avec une température atmosphérique et une température océanique. La concentration en CO_2 provoque un forçage radiatif qui chauffe l'atmosphère, en même temps que les échanges de chaleur entre l'océan et l'atmosphère atténuent la hausse de température.

La hausse des températures atmosphériques provoque des dommages, c'est-à-dire des pertes de production. C'est la dernière innovation de DICE. Elle fait entrer les dommages de manière explicite au moyen d'une fonction de dommages qui relie température et perte de production.

Grâce à la fonction de dommages, Nordhaus réalise l'étude qu'il appelait de ses vœux en 1977. Il peut ainsi pondérer les bénéfices engendrés par une réduction des émissions (sous la forme de dommages évités) et les coûts de la réduction. La fonction de dommages clôt le modèle bâti par Nordhaus, et le referme sur

lui-même. Tout est contenu dans le modèle et soumis au calcul. L'Économiste est en mesure de fournir la meilleure solution à la question climatique.

Avec le modèle DICE, l'analyse coût-efficacité s'est muée en une analyse coût-bénéfice. De la sorte, la signification des résultats change profondément. Auparavant, l'étude chiffrait les coûts d'une politique de stabilisation des émissions, décidée pour des motifs extérieurs à la raison économique. Dans ses travaux précédents, Nordhaus jugeait ainsi qu'il fallait limiter la hausse des températures dans le domaine connu des cent mille dernières années. Le modèle DICE détermine directement quelle est la trajectoire optimale d'émissions au cours du temps. L'objectif-limite est ainsi déterminé de manière endogène, et non plus fixé de manière exogène par l'analyste. Il résulte dorénavant de l'optimisation du bien-être intertemporel. Le jugement s'efface devant le calcul, l'esprit de géométrie supplante l'esprit de finesse (cf. 1.4.5).

Là où l'analyse coût-efficacité construisait des scénarios orientés par des objectifs-limites, l'analyse coût-bénéfice donne à voir LA trajectoire OPTIMALE, celle qui doit être suivie. Si l'analyse économique peut être un moyen de discuter des valeurs et des visions du monde (Henry, 1984 ; Hourcade et al., 1992), toutes les méthodes n'invitent pas à la discussion. L'analyse coût-efficacité est structurellement ouverte. Les objectifs sont des choix politiques apparents dans le corps de l'analyse. La présence de scénarios rend *explicite* la pluralité des possibles. Elle conduit à un regard distancié sur les résultats. Elle offre une porte d'entrée naturelle pour la discussion. A contrario, l'analyse coût-bénéfice est structurellement auto-suffisante. Elle se donne comme un tout achevé, complet. Les choix sont masqués et la politique est niée dans sa réalité. La discussion est refermée avant même d'avoir commencé, inhibée par la nature normative du résultat produit.

Les deux parties qui suivent vont mettre en lumière certaines des insuffisances de l'analyse coût-bénéfice (ACB) à la manière de Nordhaus, en se concentrant sur la question du taux d'actualisation et de la fonction de dommages. Pour éviter toute confusion, rappelons que les études économiques qui portent le poids de nos critiques ne sont pas représentatives de l'ensemble des travaux d'évaluation du changement climatique. Bon nombre d'intervenants de la modélisation intégrée énergie-climat sont d'ailleurs extérieurs au champ de l'économie orthodoxe. Sur le plan de la méthode, par exemple, les travaux du GIEC ont longtemps été articulés autour de scénarios socio-économiques. L'analyse coût-efficacité, avec un objectif de stabilisation à long terme des concentrations, a été préférée à l'analyse coût-bénéfice. Les *Tolerable Windows Approach* et les *Soft Landing Path* sont également des alternatives.

L'objet des deux parties est d'offrir un regard critique sur la modélisation intégrée, et en particulier l'ACB. Ces voix critiques commencent à se faire entendre, au sein même de la communauté des économistes (Pindyck, 2013). Nous nous focalisons sur les études débattues dans les cercles des économistes. Ces études respectent les standards de la théorie Économique ; elles sont publiées dans les grandes revues d'économie et non dans les revues spécialisées, ou dans des revues inter-disciplinaires du type *Nature* ou *Science*. Nordhaus est l'emblème de cette littérature : il est le premier à avoir occupé le terrain de l'économie du changement climatique, il adopte des positions orthodoxes, il a une forte prétention à être « scientifique ». Il publie régulièrement sur le changement climatique dans

l'American Economic Review. Le modèle de Nordhaus a également eu un grand retentissement parce que Nordhaus l'a diffusé librement. Le modèle est suffisamment simple pour qu'il ne soit pas trop lourd à prendre en main. Dès lors, chacun pouvait s'approprier le modèle et en tester les conclusions en faisant varier les paramètres.

Du fait de son orthodoxie, le spécimen est crucial dans notre étude. Les travaux de Nordhaus délimitent un lieu pertinent pour éprouver les tendances de la théorie Économique. La tendance à négliger les éléments extra-économiques, et donc à voir l'économie comme un monde clos conduit à l'ACB : on constate une fermeture progressive du modèle sur lui-même, qui offre à la fin une détermination totale du monde, hors de laquelle il n'est point de cohérence. Le modèle est clos et rien ne peut le contester de l'extérieur. La recherche de résultats objectifs et neutres, de nature exclusivement économique, est responsable d'une absence de recul critique face aux résultats du modèle.

L'intransigeance portée par un modèle complètement clos se redouble lorsqu'on croit que ce modèle est purement descriptif. Le modèle représente toute la réalité et il la représente parfaitement, il n'y a plus dès lors d'échappatoire possible aux conclusions du modèle. Nous le verrons lors de la controverse sur le taux d'actualisation.

L'étude des travaux de Nordhaus permet également de voir concrètement comment se traduisent les présupposés généraux de la théorie Économique. Dans le choix de certaines formes fonctionnelles ou de certains paramètres, s'expriment certains éléments de l'idéologie économique. L'examen de petits détails révèle ainsi comment une vision du monde s'est logée dans les interstices d'un modèle prétendument objectif.

Les principaux paramètres et structures remis ici en question sont de nature économique. Le lecteur économiste ne doit y voir nul acharnement, mais un choix de focalisation de la part de l'auteur. L'analyse économique n'a pas le monopole du choix de mauvais paramètres ou de mauvaises façons de poser le problème. Des éléments similaires peuvent être avancés concernant la modélisation des processus physiques liés au climat, par exemple la sensibilité climatique.

La sensibilité climatique, c'est-à-dire le réchauffement stabilisé consécutif à un doublement de la concentration en CO₂, a été choisie comme paramètre représentatif du fonctionnement du système climatique, en partie pour des raisons scientifiques, pour rendre comparable les modèles, mais aussi dans un but de négociation politique, pour articuler les discussions autour de certains scénarios (van der Sluijs et al., 1998). Il semble cependant que ce ne soit pas un bon paramètre sur lequel réfléchir, ce qui amène des discussions sans fin sur la valeur de la sensibilité climatique.

Si la hausse des concentrations se poursuit jusqu'à un doublement, il y aura bien *in fine* une « vraie » valeur de la sensibilité climatique, celle qui sera réalisée. Mais il n'est absolument pas certain que raisonner en termes de sensibilité climatique soit une bonne façon de faire. Tout indique que la sensibilité climatique résulte de l'interaction complexe de processus plus fondamentaux et qu'il est impossible d'anticiper sa valeur avec précision (Roe et Baker, 2007). De plus, rien ne dit que la reproduction de l'expérience, si elle était possible, donnerait la même valeur. La sensibilité climatique a un statut différent d'une constante

fondamentale de la physique. Ce paramètre semble n'avoir pas de valeur bien définie et être par nature imprévisible. Les appels à la poursuite de la recherche pour mieux cerner la vraie valeur de la sensibilité climatique semblent donc inadéquats. L'incertitude semble être irréductible. Elle ne sera vraisemblablement levée que par l'histoire, si le processus de doublement des concentrations parvient à son terme. *Ex post*, on mesurera une valeur de la sensibilité climatique, mais *ex ante* la sensibilité climatique n'est sans doute pas définie. L'incertitude importante sur la sensibilité climatique ne reflète donc pas forcément un défaut de notre connaissance mais peut-être un aléa inhérent à la complexité des processus climatiques.

4.2 LE TAUX D'ACTUALISATION

Les discussions de l'ACB se sont focalisées sur le taux d'actualisation. La question de l'actualisation est débattue de longue date dans l'économie de l'environnement. Cette partie présente ce débat, particulièrement saillant dans l'histoire de l'évaluation des politiques climatiques. Elle revient ensuite sur la manière dont le taux d'actualisation est devenu un paramètre-clef de la modélisation macroéconomique. Ce recul historique éclaire la récurrence des débats au sujet de l'actualisation. La dernière partie conclut par une étude de sensibilité qui conduit à minorer l'importance du taux d'actualisation, qui n'est qu'un des éléments pertinents de l'ACB.

4.2.1 Une controverse à répétition

L'ouvrage majeur de Nordhaus (1994b), *Managing the global Commons*, a été précédé par l'étude de Cline⁴, *The economics of global warming* (1992). Cline rassemble des études pour estimer les dommages liés au changement climatique d'une part, et les coûts de réduction des émissions d'autre part. Il arrive à des niveaux de dommages similaires à ceux de Nordhaus (de l'ordre de 1 % du PIB, (Nordhaus, 1993)). Cline n'utilise pas un modèle intégré comme DICE. Il effectue une ACB simplement en comparant la somme des coûts actualisés avec les dommages actualisés dans un scénario de limitation du réchauffement. Cline aboutit à une appréciation différente de Nordhaus des actions de réduction d'émissions de GES. Là où Nordhaus propose une action modeste et incrémentale, Cline propose une action beaucoup plus vigoureuse.

Pour Nordhaus (1994b, p. 131), les différences entre ces deux préconisations proviennent de l'utilisation d'un taux d'actualisation différent. Le taux d'actualisation sert à pondérer une valeur future pour la transformer en valeur présente⁵. Il est donc un paramètre important d'une analyse coût-bénéfice, qui compare les coûts, en général présents, avec les bénéfices, en général futurs. Un fort taux d'actualisation écrase les bénéfices futurs. Un projet dont les bénéfices ne sont perceptibles qu'à très long terme a moins de chance d'être retenu avec un taux d'actualisation fort que faible.

4. Faute d'avoir pu accéder à l'étude complète, nous avons consulté une version antérieure, Cline (1992)

5. La partie 4.2.2 discute de manière approfondie la notion d'actualisation.

Dans un modèle de croissance à la Ramsey, comme celui utilisé par Nordhaus dans DICE, le taux d'actualisation, ou taux d'intérêt réel r , est donné par la formule suivante : $r = \rho + \alpha_C \cdot g$. Dans cette formule, g est le taux de croissance, ρ le taux de préférence pure pour le présent (TPPP) et α_C l'utilité marginale de la consommation (lorsque $U = C^{1-\alpha_C}$). Le taux d'actualisation comporte donc deux parties : une première partie est liée à la préférence pour le présent par rapport au futur, la seconde est liée à la croissance qui rend les générations ultérieures plus riches. La composition de ces deux effets conduit à accorder moins de valeur aux bénéfices futurs qu'aux coûts présents. Nordhaus utilise DICE avec les valeurs suivantes des paramètres : $\rho = 3\%$, $\alpha_C = 1$ et $g = 3\%$. Il est alors conduit à $r = 6\%$. Cette valeur, calculée par le modèle, lui convient, car elle est en accord, selon lui, avec le taux d'intérêt réel observé. Celui-ci est estimé de deux façons : par le coût du capital tel qu'il est donné par les instruments financiers, ou, ce qui est plus difficile, par le retour réel sur investissement des capitaux. Dans les deux cas, Nordhaus trouve une valeur autour de 6%, parfois sensiblement supérieure.

Cline partage la même démarche descriptive que celle de Nordhaus, seulement ses estimations ne sont pas les mêmes. Il prend une préférence pure pour le présent de $\rho = 0$ car la préférence pure pour le présent n'est pas justifiable selon lui pour faire des comparaisons intergénérationnelles. Ne reste donc que l'actualisation due à la croissance. Cline estime le taux de croissance de long terme à 1%, et $\alpha_C = 1,5$, ce qui le conduit à un taux d'actualisation de 1,5%. Ce taux est proche du taux sans risque des bons du Trésor américain. À son tour, Cline pense avoir validé ses choix de paramètres sur les observations.

Selon Nordhaus, Cline choisirait les paramètres pour aboutir à des conclusions qui l'arrangent. Cline décrète que le taux de préférence pure pour le présent doit être nul : ce serait là une approche de philosophe et non d'économiste. Nordhaus (1994b, p. 132) se livre alors à une violente diatribe formée de questions rhétoriques pour conspuer les philosophes qui veulent imposer leurs préférences à la société, ce qui doit conduire à des incohérences de toute sorte. Un taux d'actualisation aussi bas que celui de Cline devrait se traduire par une épargne massive et des investissements énormes, dont les bénéfices ne seraient perçus que dans un futur lointain. Cette approche serait purement spéculative et en contradiction avec les faits observés.

A contrario, Nordhaus estime partir des faits réels et des préférences que les gens révèlent par leur comportement sur le marché. Selon une terminologie devenue usuelle, l'approche de Nordhaus serait purement positive, partant des faits et inférant des paramètres, tandis que l'approche de Cline serait normative, imposant ses positions philosophiques sur le réel. Pour l'économiste qui aime à fustiger le mal que fait la vertu, les bonnes intentions de l'approche normative ne peuvent conduire qu'à des aberrations.

L'opposition entre Cline et Nordhaus est pourtant moins tranchée que ce dernier ne le prétend. Dans une analyse récente, Cline (2011) maintient d'ailleurs ses estimations et soutient que son approche est également descriptive. Comme notre exposé le montre, Cline et Nordhaus s'accordent en fait sur la méthodologie. Ils partent de la même formule de Ramsey. Ils choisissent certes des paramètres différents, mais pensent tous les deux que ces paramètres doivent se combiner pour approcher le taux d'intérêt réel. Le véritable différent porte sur l'identifica-

tion du taux d'intérêt r fourni par le modèle à un taux d'intérêt de l'économie réelle. Cline l'identifie au taux de 1 % des actifs sans-risque du Trésor américain, Nordhaus l'identifie au taux moyen du marché. Ce sont deux taux d'intérêt réel, comment choisir l'un plutôt que l'autre ? Cette question véritable n'est pas traitée en profondeur. Malgré ces imprécisions, Nordhaus ne lui donne pas vraiment de réponse. Il relègue ses explications sur ce point déterminant dans une note de bas de page (Nordhaus, 1994b, p. 132). L'écart important entre le taux sans risque et taux risqué s'accorde mal avec la théorie standard de fixation des prix des actifs financiers, et l'explication de Nordhaus, par une très forte aversion au risque, ne convainc pas. Le problème n'est toujours pas résolu de manière consensuelle (Kocherlakota, 1996). L'assurance de Nordhaus n'était donc pas fondée. La divergence entre les estimations de Cline et de Nordhaus s'appuie sur une défaillance de la théorie Économique, que nul appel à une pure objectivité ne peut corriger.

L'Économiste ne peut reconnaître qu'il est impossible de trancher entre les deux approches sur la base des simples faits empiriques. Aux yeux de l'Économiste, Nordhaus a entièrement raison. En effet, Cline ne fait qu'un calcul de coin de table. Nordhaus au contraire dispose d'un modèle complet, bouclé sur lui-même. Il ne peut donc pas choisir ces paramètres comme il veut, si son modèle doit correspondre aux observations de rentabilité marginale du capital. La confiance dans la compréhension du fonctionnement de l'économie grâce au modèle de Ramsey a condamné les évaluations de Cline. Le péché qui consiste à adopter des paramètres normatifs là où l'Économiste doit avoir une approche positive également.

La controverse sur le taux d'actualisation se reproduit presque dans les mêmes termes à l'occasion de la sortie du rapport Stern (2006), au retentissement planétaire. Économiste reconnu, passé par la Banque Mondiale, Stern rédige un rapport commandé par le ministre des finances britannique, Gordon Brown. Avec l'aide du modèle PAGE (Hope, 2006), il y affirme que les coûts de l'action contre le changement climatique sont nettement inférieurs aux coûts de l'inaction. Ne rien faire conduirait à des dommages très élevés, équivalent à la perte « maintenant et à jamais »⁶ d'une dizaine de points de PIB (en incluant les dommages non-marchands). Il préconise donc une action vigoureuse et précoce de réduction des émissions, là où Nordhaus proposait une action modérée et graduelle.

De nombreux économistes, parmi les plus en vue (Nordhaus, 2007 ; Weitzman, 2007), critiquent le rapport Stern sur la base du choix de son taux d'actualisation. Nordhaus va jusqu'à suggérer qu'il s'agit d'un rapport politique et que Stern a truqué ces choix de l'actualisation pour obtenir les résultats qu'il souhaitait. Stern estime un taux de croissance de l'ordre de 1,3 %, une élasticité de la consommation marginale de 1 %, et un TPPP de 0,1 %, qui prend en compte la possibilité de disparition de l'espèce humaine. Les critiques empruntent la même voie que Nordhaus s'adressant à Cline. Les taux choisis par Stern sont des spéculations philosophiques qui ne sont pas réalistes, etc. L'histoire semble bégayer⁷.

6. Cette notion de perte « maintenant et à jamais » (*now and forever*) est une notion forgée par Stern pour comparer des trajectoires au profil temporel différent.

7. Nordhaus (2007, p. 687), Weitzman (2007, p. 712) et Dasgupta (2008, p. 143) remarquent à ce propos la proximité entre Stern et Cline.

La réduction du débat sur le seul taux d'actualisation s'opère d'autant plus rapidement que le retentissement du rapport Stern est planétaire. Nicholas Stern est invité dans de nombreuses instances internationales pour présenter son rapport. Il a l'appui du gouvernement britannique. La publicité donnée au rapport et aux controverses qu'il déclenche sont sans précédent. L'approche du changement climatique par le taux d'actualisation se diffuse ainsi dans le sillage du rapport Stern.

4.2.2 Une appréciation critique de la notion d'actualisation

La focalisation sur le taux d'actualisation paraît d'autant plus dommageable que les constructions sur lesquelles repose cette notion sont fragiles. Le sempiternel débat sur la bonne valeur du taux d'actualisation est induit par un cadre d'analyse déficient. Les controverses sur le taux d'actualisation n'ont donc quasiment aucune chance d'être résolues autrement que par un dépassement du cadre conceptuel. Le propos portera d'abord sur un des éléments reliés au taux d'actualisation, le taux de préférence pure pour le présent (TPPP). Puis nous examinerons le taux d'actualisation sociale. À la lumière des difficultés rencontrées, nous essayerons d'évaluer si la position de Nordhaus dans la controverse avec Cline est aussi objective qu'il le prétend.

Le modèle de l'utilité actualisée

Actualiser signifie comparer la richesse présente et la richesse future. Combien vaut un euro aujourd'hui par rapport à un euro dans un an ? Pour répondre à cette question, on peut supposer, comme le fait Walras, qu'il existe une « marchandise idéale », qui rapporte un rendement constant tout au long des ans. Cette hypothèse de Walras correspond à une réalité institutionnelle précise de son époque, avec l'existence de rentes perpétuelles d'État, offrant un rendement fixe sans risque. De plus, cette rente est négociée sur un marché financier des titres relativement profond qui en assure la liquidité (Hautcoeur, 2008) ; la valeur de la monnaie, régie par le système de l'étalon-or, est constante. La valeur de la rente perpétuelle est alors également constante. Supposons que le taux de rendement soit de 5 %. Dans ce cas un euro aujourd'hui, investi dans cette rente, vaut 1,05 € dans un an. Il s'agit là d'un taux du présent vers le futur. Pour que ce taux soit aussi un taux du futur vers le présent, il faut qu'il existe des marchés financiers qui puissent prêter sans coûts de transaction. Un euro dans un an ne vaut rien aujourd'hui s'il n'existe pas des institutions financières qui peuvent prêter une somme aujourd'hui en contrepartie de la somme future. Si ces conditions sont vérifiées, on peut alors parler d'un taux d'actualisation unique. Dans notre exemple ce taux est de 5 %. Ce nombre résume un dispositif institutionnel qui rend équivalent la richesse présente et la richesse future.

Cette conception du taux d'actualisation est utilisée dans les calculs financiers pour évaluer la rentabilité d'un projet d'investissement. Lorsqu'une entreprise évalue un projet, elle fait la somme actualisée des bénéfices nets. Si cette somme est positive, cela signifie que l'investissement initial, placé sur un compte sans risque rapportant par an le taux d'actualisation, rapporterait moins que le projet. La pratique de calculer les bénéfices actualisés pour juger des investissements

alternatifs n'est d'ailleurs pas si évidente que cela. Importée de l'analyse économique, elle faisait encore débat dans les années 1930, et ne s'impose véritablement que dans l'après-guerre (Miller, 1998).

Cette conception micro-économique du taux d'actualisation ne pose pas de problème tant que l'on se souvient des conditions de son application : l'existence d'un placement sans risque à rendement constant, ainsi des marchés financiers où n'existent pas de contraintes à l'emprunt. Le taux d'actualisation est alors le taux d'intérêt sur les marchés financiers. Dans ce contexte, le taux d'actualisation a une existence bien balisée et peut être estimé par des observations.

Cependant le taux d'actualisation a été étendu, hors de son contexte initial pour actualiser non plus des sommes d'argent, mais des utilités. Derrière l'actualisation, se trouve l'idée que le futur vaut moins que le présent. Cette idée, assez ancienne, est une variante sur l'impatience de l'être humain. C'était un des motifs, parmi d'autres (le legs, l'incertitude, l'auto-contrainte...), que les économistes du XIX^e invoquaient pour expliquer les choix intertemporels (Frederick et al., 2002, §2). Cependant, au cours du XX^e siècle, les économistes réduisent progressivement les choix intertemporels à la seule actualisation, c'est-à-dire à l'impatience, et l'actualisation à un seul paramètre, le taux d'actualisation. De la sorte, ils deviennent incapables de penser les choix temporels autrement qu'en terme de taux d'actualisation (cf. E.3.4).

Il semble que la première fois où intervient de manière formelle la notion de taux d'actualisation appliquée à des utilités est le fameux article de Ramsey (1928, p. 553), où il cherche à déterminer mathématiquement un taux d'épargne. Cependant, le modèle de Ramsey ne s'applique pas à un individu mais à une génération. Il se rapporte donc au taux d'actualisation social que nous discuterons plus loin. Selon Frederick et al. (2002), Samuelson (1937) est le premier à modéliser la décision individuelle par l'actualisation de l'utilité à taux constant. Dans le cas de Ramsey, comme de Samuelson, nous n'avons pas retrouvé de débats associés à cette innovation, mais il faudrait faire des recherches plus systématiques⁸. L'actualisation des utilités à un taux constant ne semble pas nouvelle, puisque l'hypothèse n'est pas discutée en tant que telle. Irving Fisher avait déjà considéré une procédure d'actualisation, mais dans un modèle à deux périodes, et la question de la constance du taux d'actualisation ne se posait pas, le taux d'actualisation étant par construction unique. Il est probable que le passage de l'actualisation des flux monétaires à celle des flux d'utilité était facilité par la simple analogie.

Le passage d'un taux d'actualisation des flux monétaires à un taux d'actualisation des flux d'utilité pose problème. Le taux d'actualisation des utilités est appelé de manière rigoureuse le taux de préférence pure pour le présent (TPPP), car il est censé représenter les seules préférences de l'agent en ce qui concerne le temps. Ce taux est réputé être positif en raison d'une certaine impatience de l'agent. On considère généralement que l'agent préfère recevoir une utilité maintenant plutôt que plus tard. Mais comme tout ce qui établit par introspection, les conclusions ne sont pas convaincantes. Dans un plat, certains préfèrent man-

8. Hotelling (1931) applique aussi un taux d'actualisation à une utilité. Il donne quelques explications embarrassées et contradictoires sur les raisons de l'actualisation de l'utilité au même taux que des sommes d'argent. Il s'inspire de Ramsey (1928) qu'il cite.

ger les meilleurs morceaux d'abord, tandis que d'autres les réservent pour la fin, arguant que l'attente accroît le plaisir. Quoi qu'il en soit, dans le modèle de Samuelson, l'agent maximise la somme de ses utilités instantanées, actualisée par un taux constant, le TPPP. Ce modèle de décision intertemporelle est appelé dans la suite de notre exposé modèle de l'utilité actualisée.

Dans le modèle de l'utilité actualisée, les choix inter-temporels de l'agent sont conçus de manière extrêmement spécifique et restreinte. Dans cette représentation, l'agent choisit la répartition de ces utilités dans le temps, uniquement en fonction de la distance au temps présent. La question de la répartition intertemporelle des activités devient dépendante d'un unique paramètre le TPPP. La rupture par rapport à la pluralité de motifs des analyses économiques antérieures est consommée.

Ce modèle de Samuelson connaît une très grande prospérité. Quelques dérivations axiomatiques en sont proposées après coup, notamment par Koopmans en 1960 (Frederick et al., 2002, §3). Elles renforcent la confiance de l'économiste dans ce modèle. Le modèle paraît fondé. Il devient rapidement le cadre de référence de la décision intertemporelle, en raison de la commodité de son traitement mathématique.

Pourtant, l'axiomatique montre les hypothèses irréalistes derrière ce modèle (Samuelson (1937, p. 159) le jugeait « completely arbitrary »). De manière significative, l'origine de ce modèle et ses justifications axiomatiques ne font pas partie de la formation de l'économiste. On peut comparer cette ignorance des fondements de l'économie des choix intertemporels avec la situation concernant les choix statiques. Le cadre de référence des choix statiques est celui de la fonction d'utilité. Malgré les critiques que l'on peut adresser à l'utilité, la théorie des préférences révélées offre un fondement, explicite et connu de tous, à l'utilité statique. Dans ce cadre limité, c'est-à-dire qui suppose la constance des préférences, l'hypothèse de nomenclature, etc., il existe ainsi un protocole permettant de révéler les courbes d'indifférence de l'agent et donc d'en déduire sa fonction d'utilité (ordinaire) (pour un exemple voir Varian (1995, chap. 8)). Rien de tel pour le modèle de l'utilité actualisée. Le manuel de référence de micro-économie (Mas-Colell et al., 1995) passe de longs moments à discuter de la construction du système de préférence, mais il est étonnamment silencieux sur la question du modèle de décision intertemporelle. Il se contente de remarquer que « it is customary in intertemporal economics » (p. 733) de supposer que le modèle de décision est celui de la maximisation de la somme actualisée des utilités instantanées.

Généralement, la présentation de l'actualisation des utilités s'effectue d'ailleurs par analogie avec le cas de l'actualisation financière. Le professeur introduit d'abord l'actualisation dans le cas des flux monétaires, puis prolonge l'actualisation au cas des flux d'utilité, comme s'il s'agissait de la même chose (quand il ne se contente pas de donner d'emblée un programme de maximisation à résoudre par calcul différentiel). Les étudiants le prennent comme une donnée obscure, et l'habitude créant la familiarité, ce paramètre étrange finit par devenir naturel, selon le même processus que Joan Robinson avait vu à l'œuvre pour l'enseignement de la fonction de production. Les économistes sont donc souvent inconscients des difficultés que pose le modèle de l'utilité actualisée, et donc du TPPP. Finalement, la moins mauvaise définition du TPPP est le paramètre ρ lorsque

l'on cherche à maximiser $U_1 + \frac{1}{1+\rho} U_2$ ou $\int e^{-\rho t} u_t dt$. Le paramètre existe d'abord dans un modèle mathématique, puis on cherche à lui donner une interprétation réaliste. Vu ainsi, la modélisation des choix économiques intertemporels apparaît plus comme une extension artificielle du cadre statique, artifice qui est résumé par l'existence de ce paramètre, le TPPP.

Le modèle de l'utilité actualisée n'est pourtant pas qu'un cadre formel, prétexte à des exercices pour sélectionner les étudiants ou à des articles pour épater ses collègues. C'est avant tout un modèle de comportement, qui est censé expliquer les choix des agents. Ce modèle de comportement devrait donc avoir des fondements micro-économiques, c'est-à-dire correspondre à la manière dont les agents prennent leurs décisions. Le modèle de l'utilité actualisée n'a pas été, au départ, choisi pour des raisons de pertinence empirique, mais cela ne l'empêche pas d'avoir, éventuellement, une certaine pertinence. Qu'en est-il ?

Outre que l'évaluation pratique du TPPP est sujette à des biais de mesure quasiment impossibles à éliminer (Frederick et al., 2002, §6), il est tout à fait douteux que les agents prennent leurs décisions selon le modèle de l'utilité actualisée (Frederick et al., 2002, §4). On observe ainsi différents écarts systématiques par rapport au modèle de maximisation de l'utilité. Les agents expriment des préférences pour l'étalement, une préférence pour les séquences ascendantes, ils actualisent plus les gains que les pertes, plus les petits montants que les gros. D'une manière plus importante pour nos préoccupations, les agents actualisent moins le futur lointain que le futur proche. Si un agent économique est impatient entre aujourd'hui et demain, il est souvent indifférent entre dix ans et dix ans plus un jour. Pourtant un TPPP constant au cours du temps signifie que la préférence dans les deux choix doit s'exprimer avec la même force. Selon l'expression consacrée, le TPPP serait hyperbolique, c'est-à-dire décroissant en fonction de la distance temporelle au présent.

L'Économiste est généralement réticent à adopter un TPPP hyperbolique car cela conduit à des incohérences temporelles. En effet, si le TPPP varie entre chaque période, le programme de maximisation conduira à une série de décisions prévues qui ne seront pas respectées. L'agent qui choisit à l'instant t un plan optimal d'action va être conduit à réviser en $t + 1$ les actions qu'il avait projeté de réaliser, parce que ses préférences temporelles auront changé. Si cette caractéristique permet de modéliser des phénomènes du type faiblesse de la volonté (Elster, 1987), on considère généralement qu'il s'agit là d'une pathologie du comportement et l'Économiste préfère conserver, en dépit des preuves empiriques, un TPPP constant au cours du temps.

Plutôt que de considérer les faits qui s'offrent à eux et de reconsidérer les données du problème, ils conservent le formalisme des choix intertemporels dans toute sa perfection irréaliste. On voit par là que le modèle de l'utilité actualisée n'est pas un modèle positif ou descriptif : c'est un modèle normatif qui dit comment un agent qui ne se préoccupe que de la distance temporelle devrait calculer. Quoi qu'on en dise, utiliser un modèle d'utilité actualisée avec TPPP constant est une posture normative. En définitive, il s'agit de montrer la bonne manière de calculer, celle qui ne donne pas lieu à des incohérences temporelles, et non de conduire le calcul que ferait un agent économique réel.

Si l'on considère qu'il y a des indices pointant vers un taux d'actualisation hyperbolique (Gowdy et al., 2013), la théorie des choix intertemporels se trouve devant un dilemme : assumer son caractère normatif en s'en tenant au modèle de l'utilité actualisée à taux constant, ou tomber dans l'incohérence et l'irrationalité en incorporant un TPPP variable. Pourtant si l'on considère que les individus échappent d'ordinaire aux incohérences temporelles tout en valorisant de manière égale les futurs lointains, on aperçoit une sortie du dilemme, radicale mais qui a le mérite de la simplicité : le cadre même d'une utilité totale, somme actualisée à un taux, éventuellement variable, des flux d'utilité instantanée, est inadéquat pour traiter les problèmes de décision inter-temporelle. Au lieu de penser que les agents font toujours des choix incohérents, ou que le TPPP devrait être constant, nous devons remettre en cause le cadre analytique, et donc l'existence même du TPPP. Les paradoxes de l'actualisation viennent de l'imposition sur le processus de décision d'une structure qui ne correspond pas aux données du problème. Le paramètre du TPPP est un artefact de la modélisation des choix intertemporels sous la forme d'une maximisation de la somme actualisée des flux d'utilité.

Le problème est très profond. Il découle de l'impossibilité de définir explicitement le TPPP. La manière dont l'Économiste introduit le taux d'actualisation est un exemple de ce que Leontief (1937) appelait « théoriser de manière implicite ». Leontief critiquait les propositions d'analyse économique qui contiennent des termes non-définis. Car la proposition, qui est censée être l'aboutissement d'un raisonnement, devient alors une définition implicite du paramètre non défini au préalable. C'est exactement ce qui se passe avec le TPPP. Comme nous l'avons dit, le modèle de choix selon la somme actualisée de l'utilité est en fait une définition implicite du TPPP. Il n'y a pas de définition du TPPP qui soit indépendante du modèle de décision en horizon temporel. L'inconvénient majeur de la définition implicite, que Leontief avait déjà relevé dans le cas de l'élasticité de substitution, est de réifier le paramètre implicitement défini, de lui donner un contenu substantiel. Tout le problème de la discussion sur le taux d'actualisation vient de ce qu'on prête un contenu substantiel à un paramètre implicitement défini et peut-être sans réalité.

Le taux d'actualisation social

Les incohérences du modèle de l'utilité actualisée décrites dans Frederick et al. (2002) se révèlent dans la comparaison avec les choix d'un individu. Dans les discussions sur le taux d'actualisation dans l'économie de l'environnement et dans la controverse sur le changement climatique en particulier, on parle du taux d'actualisation collectif, à l'échelle de la société. Généralement, le cadre de référence de la discussion est un modèle de croissance de Ramsey. Dans ce contexte, on aboutit alors à la formule suivante (cf. 4.2.1) : $r = \rho + \alpha_C \cdot g$. Le taux d'actualisation collectif r , ou taux d'intérêt réel (dans ce modèle où le niveau d'épargne est optimal il s'agit de la même chose), est déterminé en fonction de trois paramètres : g taux de croissance, paramètre technico-économique social, ρ le TPPP social et α_C l'élasticité de l'utilité marginale sociale. Le qualificatif « social » fait référence à la fonction d'utilité qui est utilisée dans le programme de Ramsey. Il s'agit de comprendre le sens de cette utilité pour clarifier les débats autour du choix du taux

d'actualisation dans l'évaluation coût-bénéfice du changement climatique. Une fois de plus, revenir à l'histoire de l'analyse économique aide à comprendre les origines des difficultés. Deux lignes d'analyse se sont en fait amalgamées pour aboutir à la confusion actuelle.

La première ligne part des études sur le bien-être social. On se place dans la perspective normative de l'économie du bien-être, en se demandant quel critère un planificateur devrait maximiser. Chez Ramsey (1928), il s'agit de savoir quel est le taux d'épargne optimal de la collectivité. En supposant un TPPP égal à zéro, Ramsey trouve des taux d'épargne si forts qu'une collectivité aurait du mal à les supporter (supérieurs à 50 %, peut-être proches de ceux que l'URSS a imposés à sa population dans l'entre-deux-guerre). La détermination du taux d'actualisation devient une question aiguë de l'économie publique dans l'après-guerre, où l'heure est à la planification des relations économiques et au lancement des grands projets. Il s'agit de savoir à quel taux le gouvernement doit actualiser ses projets. Le risque d'un taux d'actualisation trop bas, par rapport au taux de marché, est le financement d'une pléthore de projets. Dans cette discussion normative, un TPPP positif est généralement jugé inacceptable, en accord avec toute la lignée de l'utilitarisme anglais (Robinson, 1990). Les positions très dures de Ramsey ou de Harrod contre le TPPP sont en accord avec l'utilitarisme de Bentham, qui voit dans la préférence pour le présent des individus une imprévoyance que le gouvernement doit corriger. L'actualisation est cependant acceptée du fait de la décroissance marginale de l'utilité et de la croissance de la production (c'est le terme $\alpha_C.g$).

Dans l'économie du développement d'après-guerre, la formation de capital est une variable cruciale pour assurer le développement économique. Le gouvernement doit choisir un taux d'épargne qui assure une formation de capital, une accumulation et donc un bien-être futur. La planification conduit donc à la recherche du taux d'épargne optimal. Le TPPP, quoiqu'éthiquement indéfendable, est alors un artifice pour ne pas sacrifier la génération présente pour la génération future. Tout cette discussion se situe donc dans un contexte de choix collectifs, délégués à un planificateur bienveillant. Ces choix n'ont pas à correspondre aux choix individuels. La fonction d'utilité de ces programmes de maximisation est une fonction de bien-être social, choisi par le planificateur, sur la base de critères normatifs. Le raisonnement s'applique à une économie de kibboutz (Robinson, 1971b, chap. 8) et non à une économie de marché.

La seconde ligne est celle d'une interprétation subjective de l'utilité. On sait que Pareto est le premier à refuser les comparaisons interpersonnelles d'utilité. Ces préceptes méthodologiques ne vont s'imposer que lentement, à la faveur de leur reprise par les économistes américains dans les années 1930. On assiste alors à un retournement de la signification de l'économie du bien-être. L'utilitarisme anglais était fondé sur une évaluation objective des besoins, avec une hiérarchie nette entre besoins et superflus. Dans la nouvelle façon de concevoir le bien-être, on renonce à une conception objective et on évalue les préférences de manière subjective. L'utilité devient une quantité purement subjective, appréciable seulement par l'individu qui en est le siège. Les prix de marché deviennent l'expression de ces utilités purement subjectives, et doivent être à la base des choix de politique publique (Robinson, 1990, p. 258). C'est la souveraineté du consomma-

teur qui s'étend aux choix publics. D'où les débats féroces dans les débats sur la planification pour savoir si le taux d'actualisation peut être décidé par l'autorité publique ou s'il doit refléter les préférences des consommateurs telles qu'elles s'expriment sur le marché des capitaux.

Si les partisans de la position normative semblent dominer la scène des débats dans les années 1960, la position se renverse peu à peu, à la faveur de l'irruption en macro-économie des « nouveaux classiques ». Au niveau méthodologique, ils expriment la demande de « micro-fondations » des modèles macro-économiques, là où les raisonnements keynésiens étaient fondés sur des relations entre agrégats macro-économiques. Dorénavant, les modèles devront être micro-fondés, c'est-à-dire construits à partir des décisions des agents *individuels* dans un cadre d'équilibre général intertemporel.

Les modèles de planification n'étaient pas des modèles qui reproduisaient les décisions des agents ; ils étaient destinés à éclairer le planificateur dans ses choix. Or, depuis l'article de Samuelson (1937), le modèle de l'utilité actualisée est le modèle des références des choix intertemporels. Là où le modèle de Ramsey était un modèle de décision pour un planificateur social⁹, il est réinterprété comme le modèle d'un agent individuel représentatif. Pour les nouveaux classiques, ce modèle devient « micro-fondé » car il repose sur les choix d'un agent représentatif fictif. À la faveur du tournant des nouveaux classiques des années 1970, les modèles de croissance optimale changent donc radicalement de signification. Ce ne sont plus des modèles normatifs qui doivent guider les choix d'un planificateur dans une économie mixte : ils deviennent descriptifs, censés représenter le comportement d'une économie de marché. Rejoignant la tendance subjectiviste des économistes américains, les paramètres du modèle ne sont donc plus des éléments de choix pour le planificateur, mais des éléments réalistes, observables sur le marché. Le modèle n'est plus une aide à la décision, c'est une image du monde. Sans rien changer au modèle, les nouveaux classiques, et les économistes qui les suivent, lui donnent un sens différent pour ne pas dire opposé à son sens originel¹⁰.

Voici la situation dont nous avons hérité. L'histoire de l'analyse économique rend patente la confusion entre deux niveaux de l'analyse. Cette confusion s'ex-

9. La position de Ramsey cependant n'est pas aussi claire que les textes des années 1960 sur la question. Il choisit parfois de lui attribuer le sens d'un modèle appliqué à un planificateur, parfois à un modèle de décision correspondant à des classes sociales. On voit qu'il y a une tendance à interpréter les modèles de planification dans le sens d'un modèle à agent représentatif.

10. À cet égard, on n'a pas peut-être pas apprécié l'ampleur des contradictions que ce déplacement impliquait. Dans la théorie statique, l'utilité n'est qu'ordinaire : elle ne peut pas être mesurée et ne sert qu'à classer des alternatives. Dans la théorie dynamique des choix, le flux d'utilité a une signification cardinale, sa mesure absolue a un sens. Il est d'ailleurs significatif que Samuelson ait conçu son modèle d'utilité actualisée pour obtenir une mesure de l'utilité. Si l'utilisation d'une utilité cardinale ne pose pas de problèmes dans une perspective normative comme celle des études de planification, il en va tout autrement dans une perspective descriptive, prétendument neutre et objective. Les difficultés pour réconcilier une interprétation purement comportementale de l'utilité, comme dans la construction des préférences révélées, avec les nécessités d'une utilité cardinale pour le modèle de l'utilité actualisée paraissent insurmontables. C'est à ce même genre de difficulté que fait allusion Maurice Allais (1953, p. 540-541) lorsqu'il critique le modèle de décision en situation de risque selon l'utilité espérée. La fonction d'utilité espérée est déterminée à une transformation affine près, et fournirait donc une mesure de l'utilité cardinale, alors que les mêmes théoriciens postulent que l'utilité ne peut être qu'ordinaire.

prime dans la réaction des économistes néo-classiques au rapport Stern. Quel est l'agent dont les préférences sont révélées par l'observation des taux d'intérêt réels? D'après ce qu'on vient de rappeler, on conçoit que la plus grande confusion règne. Pour Nordhaus (2007, p. 691), « it must be emphasized that the variables analyzed here apply to comparisons over the welfare of different generations and not to individual preferences ». Les déviations des préférences individuelles au modèle ne rentrent pas en ligne de compte. Les individus peuvent avoir des préférences hyperboliques sans que le raisonnement soit changé d'un iota. Les préférences sont donc celles d'un être collectif que l'on peut appeler la société. Pour Weitzman (2007) au contraire, ce sont bien les préférences individuelles qui sont en jeu. Les paramètres choisis par Stern sont irréalistes, car « people are not observed to behave as if they are operating with $\delta \simeq 0$ and $\alpha_C \simeq 1$ ». En effet, à partir de la théorie du revenu permanent, il montre que le taux d'épargne devrait alors être proche de 100 %.

On voit la confusion entre les deux approches, approche par les préférences sociales ou approche individuelle. Pire, les outils actuels de l'Économiste ne permettent plus de les distinguer. La différence devient indécélable car le modèle standard utilisé, celui d'un agent représentatif à durée de vie infinie ne permet pas de distinguer entre le TPPP du planificateur et celui des agents économiques (Goulder et Williams, 2012). Lorsque Nordhaus critique Cline pour avoir pris un taux d'actualisation inférieur au taux de rendement réel du capital, il suppose implicitement que l'économie est sur son sentier optimal. En réalité, lorsque l'économie n'est pas sur son sentier optimal, le taux d'actualisation peut être inférieur au taux de rendement réel du capital. Pour rendre compte de cette sous-optimalité, il faut introduire un coût d'opportunité du capital (Dasgupta, 2008, p. 156), ce qui est exactement ce que fait Cline (1992, p. 74), et que ne mentionne jamais Nordhaus. L'utilisation des modèles de croissance optimale fait donc confondre le normatif et le descriptif.

Un progrès notable des discussions pourrait être accompli avec un modèle qui distinguerait fonction de bien-être social, celle du planificateur, et fonction d'utilité, en fonction de laquelle les agents économiques sont réputés réagir aux variables économiques.

Une autre limitation du modèle de Ramsey qui sert de cadre à la discussion est de se limiter à un monde à un seul bien. Nous avons déjà vu les effets simplificateurs du monde à un bien dans la discussion des fonctions de production (cf. chapitre 3). Pour les questions d'environnement, un monde à un bien suppose que la qualité de l'environnement peut être compensée par de la consommation. L'homogénéité de ce monde met sur le même plan consommation de la production marchande et existence d'un cadre de vie. Il n'est donc pas absurde d'envisager un monde à deux biens, avec un bien de consommation et un bien environnemental. L'utilité des agents offre des possibilités de substitution éventuellement limitées entre les deux. Dans ce genre de modèle (Guesnerie, 2004; Hoel et Sterner, 2007), des conclusions relativement différentes émergent. Si bien de consommation et bien environnemental sont complémentaires, alors la disponibilité limitée du bien environnemental fait augmenter son prix. De par cet effet de prix relatif, les impacts négatifs sur le bien environnemental sont magnifiés dans une analyse coût-bénéfice. Le taux d'actualisation qui est utilisé pour

jauger des bénéfices se réduit alors au TPPP que l'on peut choisir presque nul. Appliqués à la politique climatique, ces modèles préconisent une action beaucoup plus forte pour réduire les émissions (Hourcade et Ambrosi, 2007 ; Sterner et Persson, 2008).

Le taux d'intérêt reflète-t-il les préférences sociales ?

L'analyse précédente montre que le TPPP auquel un modèle de Ramsey fait référence n'est pas le taux d'actualisation des agents individuels mais le taux d'un planificateur qui guiderait l'économie dans un sentier optimum. Le taux choisi par le planificateur n'a donc pas de raison d'être égal à celui des agents.

D'ordinaire cependant, l'économiste se refuse à prôner une attitude paternaliste, où le planificateur peut imposer ses préférences ; il préfère s'en remettre aux décisions des consommateurs. Cela suppose de faire fi des générations futures, qui ne sont pas présentes sur le marché (contrairement aux agents à durée de vie infinie des modèles) et ne peuvent participer à la décision les concernant (Martínez-Alier, 1987, chap. 11). Si l'on admet cette posture, qui n'a pas de fondements philosophiques (Robinson, 1990), les choix du planificateur doivent correspondre à ceux que feraient les agents à sa place. La question est donc de savoir si le taux d'intérêt observé sur le marché correspond aux préférences exprimées par les agents. Deux difficultés se présentent.

Premièrement, il n'est nullement certain que les agents, en tant que planificateur, feraient les mêmes choix qu'en tant qu'agent isolé. Le choix collectif s'applique à tous, et ne peut être comparé à un choix individuel. Il se peut très bien que dans une économie où personne n'épargne, tout le monde souhaite que le taux d'épargne de la collectivité soit de 20 % (Sen, 1961). C'est le paradoxe des choix isolés. En effet, un individu peut n'être pas prêt à épargner pour la prochaine génération. Il peut en revanche être prêt à ce que les autres épargnent pour la prochaine génération. Du fait du caractère indivisible de la décision politique (tout le monde ou personne épargne), il peut alors accepter de lui-même épargner. Or, le taux d'intérêt sur le marché résulte de choix faits pour des raisons individuelles qui n'ont pas de raison de coïncider avec les décisions que prendraient les agents en situation de choix collectif. Même dans un cadre non paternaliste, le taux choisi par la collectivité ne coïncide pas avec celui choisi par les individus dans leurs décisions personnelles.

Deuxièmement on peut se demander si le taux d'intérêt observé par le marché résulte bien des décisions individuelles, c'est-à-dire si le taux d'intérêt reflète les préférences temporelles des agents. Ce point est particulièrement susceptible d'être remis en cause car il repose sur l'identification de la réalité avec le modèle de croissance de Ramsey. Cette identification a peu de chance d'être valide. Si les individus effectuent leurs choix d'épargne de manière différente qu'en effectuant une optimisation intertemporelle, le taux d'intérêt ne sera pas le reflet des préférences temporelles des agents.

Si les individus sont guidés dans leur choix d'épargne non par les taux d'intérêt mais par des normes sociales (Akerlof, 2007), que devient la relation de Ramsey qui fonde toute la discussion ? Dès que l'on s'écarte du cadre étroit délimité par les hypothèses du modèle, les prétentions à être purement descriptif sont difficilement tenables. Comme modèle alternatif, on peut par exemple adopter

un modèle de croissance classique dans la lignée de celui de Kaldor (1956) et Pasinetti (1962) (cf. 3.4.1). Dans ce modèle, le taux d'épargne ne relève pas des préférences des agents mais des seuls capitalistes qui épargnent sur les profits. Supposer que le taux d'actualisation du planificateur doit être celui des agents revient en définitive à donner au planificateur la préférence des seuls capitalistes (Michl, 2010).

Si on s'accorde pour que le taux d'épargne ne soit pas trop élevé, la controverse de l'actualisation vient non pas du choix d'un TPPP trop faible mais du fait que dans le modèle de Ramsey à un seul bien et à un agent représentatif à durée de vie infinie, il n'y ait qu'un seul paramètre pour représenter les choix intertemporels, et qu'en conséquence la question de l'abattement des émissions ne puisse se poser qu'en des termes de lissage intertemporel de la consommation et donc soit irrémédiablement liée à l'accumulation du capital. Cela ne serait pas le cas avec d'autres fonctions de bien-être social, comme le critère de Chichilnisky (1996).

Pour défendre ses propositions, Nordhaus affirme se fonder sur un modèle purement descriptif, contrairement à Cline ou Stern, qui auraient une approche normative. Cette opposition, reprise par de nombreux économistes, n'est pas recevable. Les présupposés de Nordhaus dérivent de la réduction du monde au modèle de Ramsey. En considérant que le modèle de Ramsey est une image fidèle du fonctionnement de l'économie réelle, Nordhaus est normatif, d'une double manière. D'une part, son cadre de pensée est déterminé par le modèle de Ramsey qui n'est pas un cadre purement descriptif. Ce cadre ne part pas de la manière dont les agents font leur choix intertemporel, mais spécifie une certaine façon de faire les choix intertemporels pour le planificateur. Le modèle de l'actualisation des flux d'utilité est un modèle normatif qui dicte la bonne façon, selon l'Économiste, de considérer l'arbitrage entre le présent et le futur. D'autre part, même si l'on accepte le cadre du modèle de Ramsey, l'utilisation du taux d'intérêt observé pour déterminer les bonnes valeurs des paramètres repose également sur un jugement normatifs. Cela suppose d'identifier les choix que les agents font pour eux-mêmes, avec les choix qu'ils feraient pour l'ensemble de la société.

La controverse sur le taux d'actualisation est donc un révélateur des insuffisances de la théorie néo-classique (Godard, 2008 ; Hourcade et Ambrosi, 2007). Si nous nous sommes focalisés sur le TPPP, c'est qu'il constitue un point d'entrée naturel pour montrer la confusion entre divers paramètres opérés par le cadre standard de l'analyse coût-bénéfice. C'est un exemple particulièrement éclairant de la confusion entre le descriptif et le normatif. Cette confusion a été renforcée par le tournant des nouveaux classiques. Avec les nouveaux classiques, les modèles d'aide à la décision publique comme le celui de Cass-Koopmans-Ramsey deviennent des modèles de description du réel. Le sens des paramètres est alors complètement transformé. Les paramètres sont réifiés en des réalités que l'on croit mesurables. Les anciennes conceptions n'ont cependant pas complètement disparues. À partir des axiomes de Chichilnisky (1996), Franck Lecocq (2000, chap. 5) interprète le TPPP comme un moyen d'assurer le non-sacrifice des générations présentes au nom du futur. Le TPPP est alors le résultat d'un compromis entre des exigences éthiques également défendables. Dans un monde imparfait, le TPPP est un bricolage pour gérer au moins mal des décisions publiques (cf.

également [Lecocq et Hourcade, 2004](#)). Ces arguments ont cependant un faible écho dans la théorie économique, qui donne un contenu beaucoup plus substantiel au TPPP. Les évolutions de la théorie macro-économique dans les trois dernières décennies ont ainsi rigidifiées les conceptions du TPPP, empêchant la tenue de certains débats pourtant nécessaires.

Des remarques similaires s'appliquent à la seconde partie qui détermine le taux d'actualisation, à savoir l'élasticité de l'utilité marginale et le taux de croissance. Pour un individu à horizon de vie infini, l'élasticité de l'utilité marginale est à la fois la mesure de l'aversion au risque et de l'aversion à l'inégalité entre les générations. Ces deux interprétations poussent à attribuer des valeurs divergentes à un même paramètre ([Godard, 2008](#)). De plus, avec un planificateur confondu avec l'agent représentatif, l'aversion au risque du planificateur est la même chose que l'élasticité de l'utilité marginale de l'agent. C'est à cause de cela que [Nordhaus \(1994b, p. 133\)](#) reproche à Cline d'avoir utilisé un planificateur avec aversion au risque ([Cline, 1992, p. 75](#)) sans augmenter l'élasticité marginale de la consommation. Mais la coïncidence entre ces deux valeurs est un artefact des modèles où le planificateur est confondu avec l'agent représentatif. Quant au taux de croissance, considérer qu'il est constant à long terme relève bien sûr du vœu pieux.

4.2.3 Quel rôle pour le taux d'actualisation dans la controverse Stern-Nordhaus ?

Dans la communauté des économistes, le rapport Stern réactive les débats récurrents sur le taux d'actualisation. Ce retour à un thème ancien est gênant car il s'accompagne d'un oubli de débats sur les déterminants de l'action contre les émissions de GES. Dans les années 1990, ont été par exemple étudiés : l'assurance contre les risques globaux ([Chichilnisky et Heal, 1993](#)), l'irréversibilité, l'inertie des systèmes techniques ([Ha-Duong et al., 1997](#)), l'apprentissage de la sensibilité climatique ([Kelly et Kolstad, 1999](#)). La controverse de la *when flexibility* a mis en évidence l'interaction entre différents types d'irréversibilités économiques et l'irréversibilité environnementale pour justifier des mesures de précaution. Bien des structures de modélisation¹¹ sont importantes pour les politiques climatiques, à commencer par la façon de cadrer le problème ([Ambrosi et al., 2003](#)).

Avec la répétition de la controverse sur le taux d'actualisation après le rapport Stern, tout se passe comme si les autres débats n'avaient pas eu lieu. La seule variable qui sépare les uns des autres semble être la valeur qu'ils donnent au taux d'actualisation ([Dasgupta, 2008, p. 143](#)). Même ([Sterner et Persson, 2008, p. 64](#)), qui insistent pourtant sur les prix relatifs, s'accordent sur l'importance prépondérante du taux d'actualisation dans les résultats de Stern.

Ce consensus sur l'importance exclusive du taux d'actualisation pour expliquer les différences de résultat entre Stern et Nordhaus est examiné dans la suite, avec l'aide du modèle RESPONSE. Après une brève présentation de RESPONSE, nous expliquons comment nous avons traduit la controverse entre Stern et Nordhaus dans les termes du modèle RESPONSE. Nous présentons enfin les résultats sur l'impact relatif des paramètres dans les différences de résultat entre Stern et Nordhaus.

11. Un autre article de l'équipe RESPONSE examine l'influence des structures de modélisation sur les valeurs sociales du carbone d'un ensemble de simulation ([Perrissin-Fabert et al., 2014](#)).

Présentation de RESPONSE

Le modèle RESPONSE a été développé au CIRED, initialement par Philippe Ambrosi (2004), et surtout par Patrice Dumas, qui lui a donné sa forme actuelle. Ce modèle RESPONSE été amendé, à la marge, par Baptiste Perrissin-Fabert, Etienne Espagne et moi-même, pour les besoins de nouvelles analyses (Dumas et al., 2012). Les travaux avec RESPONSE sur lesquels reposent cette section et la 4.3.2 ont été réalisés en collaboration avec le reste de l'« équipe RESPONSE ».

Le modèle RESPONSE est un modèle très similaire au modèle DICE développé par Nordhaus. Il partage donc avec DICE bon nombre de travers ici critiqués. Les réductions d'émissions sont modélisées sous la forme d'abattement, ce qui ne permet pas de voir en quoi consiste ces abattements. Les émissions de GES ne sont pas reliées à une base physique, comme la combustion de ressources fossiles. C'est un modèle d'analyse coût-bénéfice qui a donc tendance à refermer l'analyse sur un scénario optimal. Sur ce plan, cependant, RESPONSE est, en fait sinon en droit, exempt de critiques. L'accent a toujours été mis sur la diversité des visions du monde et donc des choix de modélisation et de calibration, comme en témoigne la construction de tribus d'acteurs, partageant des visions semblables, dans Dumas et al. (2010).

Nous ne cherchons donc pas à dépasser les critiques adressées au modèle DICE ou d'en corriger les défauts. La construction d'un modèle répondant aux exigences déjà énoncées est laissée pour des recherches futures. Notre objectif est plutôt de bien comprendre les limites des analyses standards. Le modèle RESPONSE n'est ainsi pas utilisé de manière positive ; ses résultats n'ont en aucun cas une tonalité normative. Son rôle est plutôt celui d'un méta-modèle, qui permet d'explorer une grande partie de la structure des modèles compacts intégrés énergie-climat. Cela est facilité par une flexibilité des choix de modélisation, activés par des routines extérieures au cœur du modèle. L'examen d'un vaste ensemble de structure de matière automatique est relativement aisé, mais exige une méticulosité dans le traitement des données.

RESPONSE est un modèle d'optimisation intertemporelle fondé sur un agent représentatif à horizon infini. Plus précisément il y a un continuum de ménages identiques de taille N_t exogène. Les ménages tirent de l'utilité de leur consommation instantanée. Les décisions sont prises pour maximiser le bien-être intertemporel V :

$$V = \max_{a_t, C_t} \sum_{t=t_0}^{\infty} N_t \frac{1}{(1+\rho)^t} u\left(\frac{C_t}{N_t}\right), \quad (4.1)$$

Le paramètre ρ est le taux de préférence pure pour le présent. Les variables de contrôle sont a_t le taux d'abattement des émissions et C_t la consommation à chaque période. La fonction d'utilité est la fonction logarithmique standard $u(C) = \log(C)$, dont l'élasticité intertemporelle de substitution est 1.

La production brute est celle d'un bien unique homogène, produit par combinaison de travail K_t et de travail L_t (proportionnel à la population N_t), dans une fonction Cobb-Douglas :

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (4.2)$$

Le capital suit la loi d'évolution suivante, où δ est le taux de dépréciation du capital et I_t l'investissement courant :

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t \quad (4.3)$$

Les choix de consommation C_t et d'investissement I_t sont soumis à la contrainte de budget suivante :

$$C_t + I_t = Y_t [1 - C_a(a_t) - D(\theta_{A,t})] \quad (4.4)$$

La fonction C_a est la fonction de coût d'abattement (relativement à la production brute) qui dépend du taux d'abattement courant a_t ; la fonction D est la fonction de dommages (en proportion de la production brute) qui dépend de la température atmosphérique courante $\theta_{A,t}$. Ces deux fonctions sont données de manière conventionnelle par des lois de puissance :

$$D(\theta_{A,t}) = \kappa \theta_{A,t}^2 \quad (4.5)$$

$$C_a(a_t) = \frac{1}{(1 + \gamma)^t} \left(a_t \zeta + (BK - \zeta) \frac{(a_t)^\gamma}{\gamma} \right) \quad (4.6)$$

Le paramètre BK est le coût de la technologie dite *backstop* (celle qui permet de produire zéro émissions), elle plafonne de facto les coûts marginaux d'abattement. Le paramètre ζ représente le coût marginal initial de l'abattement. C'est le coût de la première réduction d'émissions. On suppose généralement que ce paramètre est nul, du fait de l'existence de réduction d'émissions à coût négatif, par exemple les économies d'énergie. Ici il pourra prendre des valeurs strictement positives. Le paramètre γ représente un taux de progrès technique sur les technologies d'abattement.

Les émissions sont proportionnelles à la production, éventuellement diminuées du taux d'abattement. L'intensité carbone de la production σ_t suit une trajectoire décroissante exogène.

$$E_t = \sigma_t(1 - a_t)Y_t \quad (4.7)$$

Ces détails suffisent à caractériser l'ensemble des processus économiques impliqués dans le modèle. Nous ne détaillons pas en revanche le module de cycle du carbone et le module climatique, qui sont très similaires à celui de DICE. Tous les détails se trouvent dans [Dumas et al. \(2010\)](#). Les modules extra-économiques suivent le même schéma que DICE (cf. figure 4.1). De la sorte, la température atmosphérique $\theta_{A,t}$ dépend des émissions passées. Un paramètre important des cycles climatiques est la sensibilité climatique ϑ_{2x} .

Pour chaque combinaison de paramètres, le modèle fournit les valeurs des variables de contrôle de consommation C_t et de taux d'abattement a_t qui optimisent la consommation à travers le temps. Grâce à ce modèle, on peut étudier

l'effet de plusieurs paramètres sur les résultats, à savoir les trajectoires optimales. Pour synthétiser les résultats d'un jeu de paramètres, nous utiliserons deux variables de sortie : la première est la variable de taux d'abattement ; la seconde est la valeur sociale du carbone. Cette valeur sociale du carbone (VSC) est la perte d'utilité engendrée par l'ajout d'une tonne additionnelle de CO₂ dans l'atmosphère. En notant A_{t+1} le stock de carbone atmosphérique à l'instant t , la VSC est alors donnée par $\partial V_{t_0} / \partial A_{t+1}$. Cela donne la valeur que la société est prête à payer pour réduire une tonne de réduction d'émission. Lorsque le taux d'abattement est intérieur (strictement compris entre 0 et 1), cette valeur est donc aussi celle du coût marginal d'abattement.

La controverse Stern-Nordhaus représentée par RESPONSE

Avec l'aide du modèle RESPONSE, nous pouvons maintenant représenter la controverse entre Stern et Nordhaus. La première étape avant d'étudier les différences entre résultats est de reformuler les contributions de Stern et de Nordhaus. Par-delà leurs différences, Stern et Nordhaus s'accordent sur le cadre de modélisation, celui de l'ACB dans le cadre d'un modèle intégré énergie-climat. Ce modèle est stylisé à la manière de DICE (programme d'optimisation intertemporelle avec décision unique, monde à un bien, fonction de dommages quadratique). Ce cadre de modélisation est partagé par RESPONSE, ce qui le rend apte à rendre compte de la controverse. Par rapport à la diversité des formes de modélisation possibles¹², Stern et Nordhaus¹³ sont étonnamment proches, pour ne pas dire identiques. Concernant les paramètres fondamentaux, tous deux envisagent une croissance de long terme de l'ordre de 1,3 %. Passons maintenant aux différences et à leur représentation dans RESPONSE.

La différence la plus frappante, nous l'avons vu, porte sur le TPPP. Nordhaus choisit un taux de 1,5 %, là où Stern choisit un taux de 0,1 %. Le TPPP de Stern peut s'inclure directement dans RESPONSE, puisqu'il utilise la même fonction d'utilité logarithmique. En revanche, Nordhaus prend une fonction d'utilité iso-élastique avec α_C élasticité de l'utilité marginale qui vaut 2. Il faut être prudent pour transcrire la paramétrisation de Nordhaus dans le cadre de RESPONSE, où l'élasticité vaut 1. Nous avons augmenté le TPPP attribué à Nordhaus de manière à maintenir constant le taux d'intérêt réel $r = \rho + \alpha_C g$. Cela est en accord avec Nordhaus qui estime que seules comptent les différences de taux d'intérêt réel. Les versions de DICE antérieures à 2007 utilisaient d'ailleurs la même fonction d'utilité logarithmique, ce qui forçait à une augmentation du TPPP. Le codage choisit correspond donc à ces versions antérieures.

Cependant, de notre point de vue, cet artifice n'est pas entièrement satisfaisant, car nous cherchons précisément à estimer les origines des variations des résultats, et nous ne pouvons donc supposer que seul compte le taux d'intérêt. Une manière plus rigoureuse de faire aurait été de mesurer également l'influence de

12. Un autre travail commun de l'équipe RESPONSE (Perrissin-Fabert et al., 2014), non présenté dans cette thèse, examine les variétés de formes de modélisation et leur influence sur les résultats.

13. Pour Nordhaus, nous prenons les valeurs avancées lors de la controverse avec Stern. Elles sont différentes de celles que Nordhaus utilisait lors de la controverse avec Cline. En particulier le taux de croissance attendu a baissé, et l'utilité marginale de la consommation est passée de 1 à 2.

variation de l'élasticité marginale de la consommation. Cependant, RESPONSE ne permet pas de le faire en l'état ¹⁴.

Une autre différence notable est celle de la sensibilité climatique. Nordhaus adopte une sensibilité climatique de 3 °C, là où Stern adopte une analyse de sensibilité avec un intervalle de sensibilité climatique entre [2,5 °C–5,4 °C]. Cela lui permet de définir son scénario central comme le cas médian d'un ensemble de résultats obtenus par simulation de Monte-Carlo. Comme nous n'avons pas d'information plus précise sur le *modus operandi* et la distribution de sensibilité adoptée, nous avons estimée que la sensibilité climatique équivalente au scénario de Stern était 4 °C. Cette valeur permet d'ailleurs de retrouver les résultats de Stern. Les valeurs de la sensibilité climatique s'incorporent directement dans RESPONSE.

La dernière différence majeure porte sur les coûts d'abattement. Cette différence a été peu remarquée par les observateurs. Pour Nordhaus, les coûts suivent une fonction puissance. Le coût marginal initial est nul. Le coût de la technologie *backstop* est de 1200\$/tCO₂ et décroît modérément jusqu'à 950\$/tCO₂ en 2100. La fonction de coût de Nordhaus est un cas particulier de celle de RESPONSE, le calibrage peut donc être effectué directement.

Les informations sur les coûts de Stern sont plus parcellaires et la forme fonctionnelle n'est pas explicitée. Stern insiste sur la décroissance des coûts moyens, quand bien même les coûts marginaux sont croissants à chaque instant du temps. Il illustre cela par les coûts moyens avec les taux d'abattement correspondant en deux points du temps. Cette maigre information permet néanmoins de calibrer la fonction de coût de RESPONSE (cf. relation 4.6) pour passer par ces deux points, en supposant que la valeur de la *backstop* est la même que chez Nordhaus. Cela donne une valeur élevée de coût marginal initial 100\$/tCO₂ en 2005, mais décroissant très rapidement au taux de 5,2%. Ces chiffres sont cohérents avec l'argumentaire de Stern sur les coûts d'abattement.

Les valeurs des paramètres utilisées dans les simulations de RESPONSE sont récapitulées dans le tableau 4.1.

Analyse qualitative

Nous avons réalisé les huit (= 2³) simulations correspondant aux différentes combinaisons des trois paramètres : TPPP, sensibilité climatique et coût d'abattement (en faisant varier conjointement progrès technique et coût marginal initial). Deux de ces combinaisons sont exactement les jeux de paramètres de Stern et Nordhaus, les six autres mélangent des paramètres issus de la vision de Nordhaus avec ceux issus de la vision de Stern. Un code graphique rend lisible les combinaisons de paramètres. La forme se rapporte à la sensibilité climatique : circulaire pour une sensibilité à la Nordhaus, triangulaire pour une sensibilité à la Stern. Le remplissage de la forme se rapporte au TPPP : vide pour un TPPP à la Nordhaus, plein pour un TPPP à la Stern. La liaison des formes se rapporte au coût : formes non reliées pour des coûts à la Nordhaus, formes reliées pour des coûts à la Stern. Ce code est résumé dans la table 4.2. La trajectoire de Nordhaus

14. Par ailleurs, des essais personnels sur un modèle réduit se sont heurtés à des problèmes de calcul numérique, semblables à ceux décrits par Nordhaus (2008, p. 50). L'incorporation dans RESPONSE d'une élasticité marginale différente de 1 devrait être effectuée prochainement.

TABLE 4.1: Les différences entre Stern et Nordhaus

	Nordhaus	Stern
TPPP	$\rho = 2,8\%$	$\rho = 0,1\%$
Coût d'abattement en 2005	BK = 1 200 \$/tCO ₂ avec faible progrès technique ($\gamma = 0,75\%$) et sans coût marginal initial $\zeta = 0$ \$/tCO ₂	BK = 1 200 \$/tCO ₂ avec fort progrès technique ($\gamma = 5,2\%$) et un coût marginal initial $\zeta = 100$ \$/tCO ₂
Sensibilité climatique	$\vartheta = 3$ °C	$\vartheta = 4$ °C

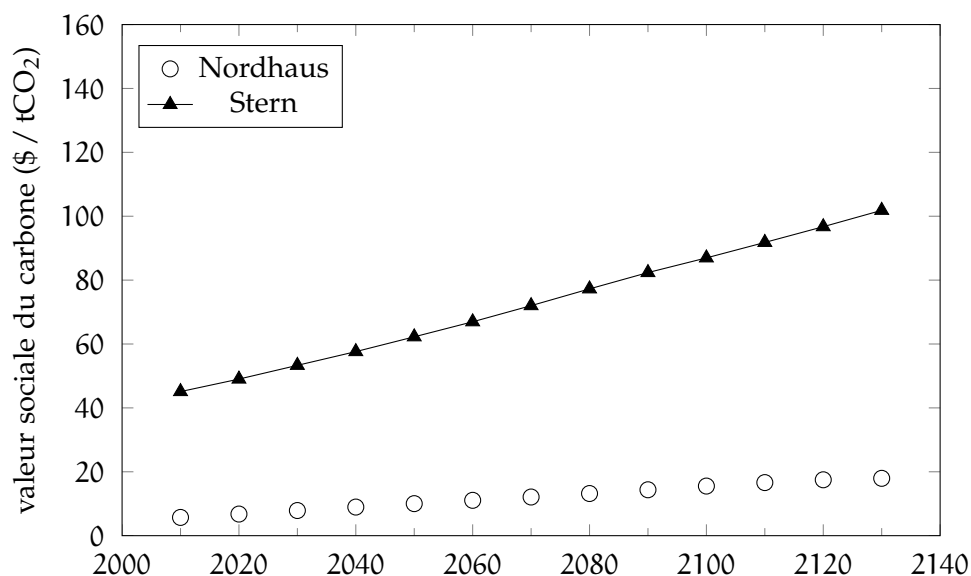
est ainsi représentée par des cercles vides non reliés, tandis que la trajectoire de Stern est représentée par des triangles pleins reliés. Les autres trajectoires représentent des combinaisons de paramètres.

TABLE 4.2: Code graphique des figures 4.2 et 4.3

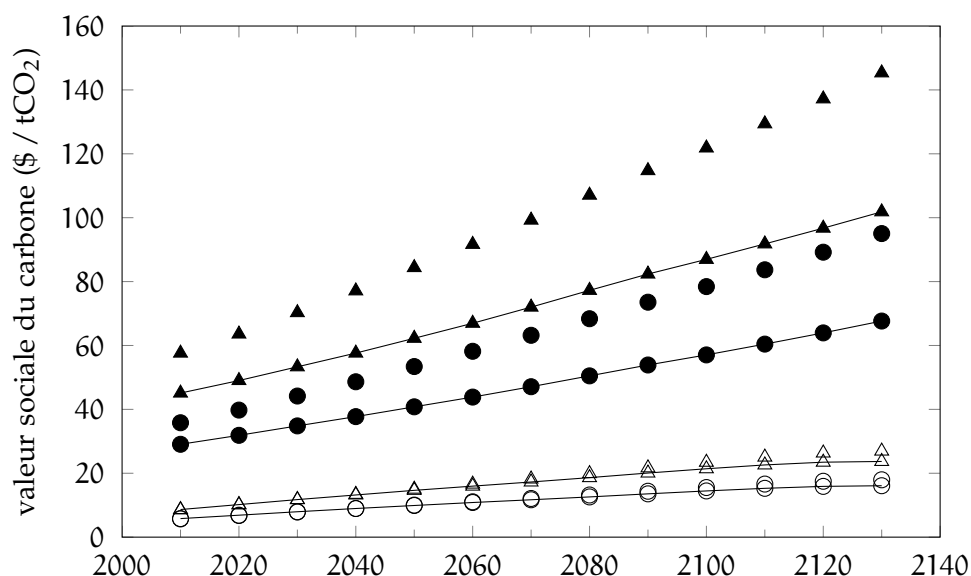
Grandeur	Valeur	Description	Symboles
sensibilité climatique	basse (Nordhaus)	cercle	○ ou ●
	élevée (Stern)	triangle	△ ou ▲
taux de préférence pure pour le présent	faible (Stern)	plein	● ou ▲
	fort (Nordhaus)	vide	○ ou △
progrès technique sur les coûts d'abattement	lent (Nordhaus)	non lié	
	rapide (Stern)	lié	—

Les résultats sont représentés sur la figure 4.2 pour la valeur sociale du carbone (VSC) et la figure 4.3 pour l'abattement. Rappelons que la VSC calcule le dommage engendré par l'émission d'une tonne supplémentaire de CO₂. De manière équivalente, c'est le prix que la société, si elle optimisait son bien-être intertem-

porel à la manière du planificateur, serait prête à payer pour éviter l'émission d'une tonne de CO₂ dans l'atmosphère.



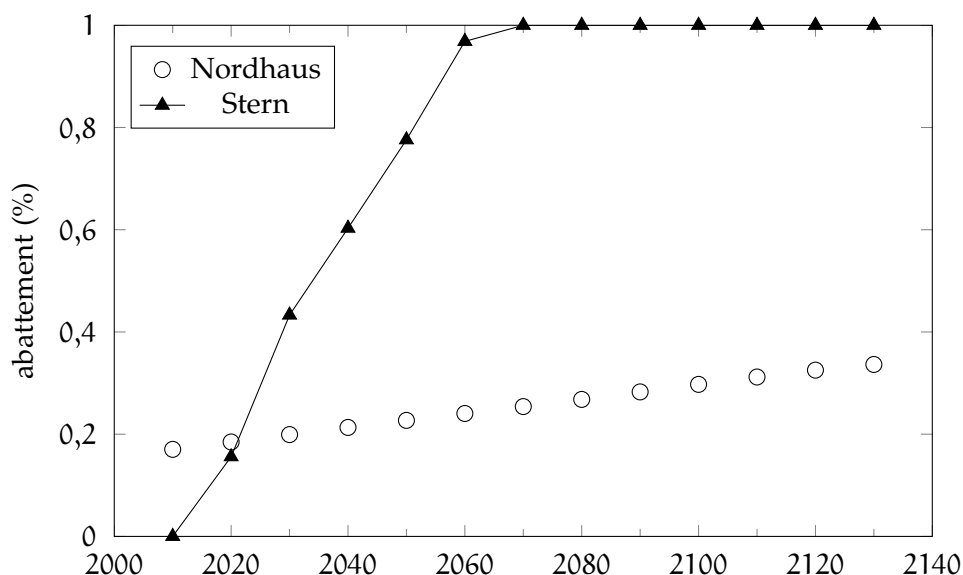
(a) Stern et Nordhaus uniquement



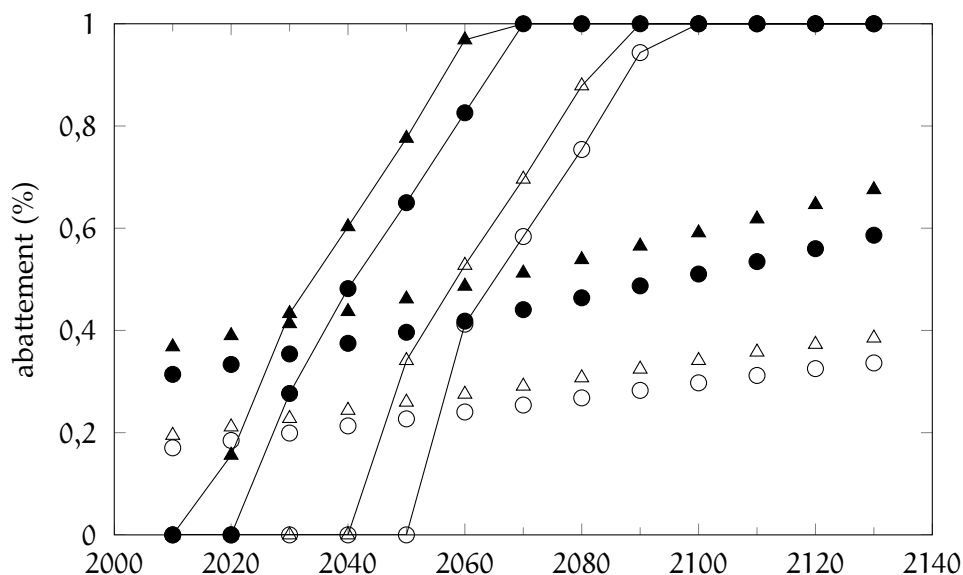
(b) Les huit combinaisons

FIGURE 4.2: Trajectoires de VSC de 2010 à 2130

Examinons d'abord la VSC. On constate effectivement l'impact massif du choix du TPPP. Toutes les trajectoires avec un TPPP fort se retrouvent en bas de la figure, celles avec un TPPP faible en haut. Au sein de ces deux groupes, on observe cependant un éclatement. De manière logique, la sensibilité climatique accroît la VSC, car des températures plus élevées sont atteintes plus tôt, ce qui se traduit par plus de dommages : sur la figure, les trajectoires avec des triangles



(a) Stern et Nordhaus uniquement



(b) Les huit combinaisons

FIGURE 4.3: Trajectoires d'abattement de 2010 à 2130

sont, toutes choses égales par ailleurs, au-dessus des trajectoires avec des cercles. L'impact de la sensibilité climatique est d'autant plus important que la VSC est déjà élevée. Cela traduit la non-linéarité dans les dommages. En revanche les coûts d'abattement n'ont quasiment pas d'effet lorsque le TPPP est fort, les trajectoires jointes ou non sont presque confondues. Pour un faible TPPP, en revanche on observe un effet très certain du coût d'abattement sur la VSC. Les trajectoires avec un coût à la Nordhaus (points simples) sont systématiquement au-dessus de celles avec un coût à la Stern (lignes) : la VSC est plus forte avec un coût d'abat-

tement à la Nordhaus qu'avec un coût à la Stern. Cela s'explique en considérant les dynamiques d'abattement.

Du côté des trajectoires d'abattement, on constate des situations très contrastées entre Stern et Nordhaus. Nordhaus a un abattement modéré, augmentant faiblement au cours du temps. Stern en revanche n'abat quasiment pas d'émissions au début, avant de se lancer dans une décarbonation de l'économie extrêmement rapide. Comme on le constate en regardant la figure du bas (4.3 (b)), où toutes les combinaisons apparaissent, ce sont les différences sur les coûts d'abattement (trajectoires jointes ou non) qui sont responsables de ces formes différentes de trajectoire. Des coûts à la Nordhaus se traduisent par une montée régulière de l'abattement, tandis que des coûts à la Stern conduisent à une progression très forte de l'abattement une fois celui-ci enclenché. Il n'est pas inutile d'expliquer pourquoi. Les coûts à la Stern se caractérisent par un coût marginal initial (ζ) élevé et un fort progrès technique (γ). Au départ, la VSC est faible et elle est en-dessous du coût marginal initial : il n'y a pas d'abattement. Avec le temps, la VSC monte et le coût marginal initial diminue. Lorsque la VSC passe au-dessus du coût initial, l'abattement n'est plus nul. Le fort progrès technique assure ensuite une augmentation rapide de l'abattement. Concernant les autres paramètres, les résultats sur l'abattement sont intuitifs : une sensibilité climatique plus élevée (formes triangle) conduit à des abattements plus forts, et un TPPP plus faible (formes pleines) également.

La dynamique de l'abattement permet donc de comprendre l'effet du coût d'abattement sur la VSC. Lorsque le TPPP est faible (formes pleines), un coût d'abattement à la Nordhaus (trajectoires non-jointes) se traduit par des émissions beaucoup plus élevées que les coûts à la Stern, configuration dans laquelle l'économie est rapidement décarbonée. Les émissions plus élevées se traduisent par des dommages plus élevés, ce qui augmente la VSC. Cet effet est amoindri dans le cas d'un fort TPPP (formes vides), en raison de deux tendances contradictoires. D'une part les coûts à la Nordhaus abattent plus précocement que les coûts à la Stern ; les émissions avec les coûts à la Nordhaus sont donc moindres à moyen terme mais finissent par dépasser les émissions avec des coûts à la Stern à long terme, engendrant un peu plus de dommages. D'autre part, les dommages ont moins d'impact sur la VSC par le fort TPPP.

On voit donc que le taux d'actualisation est loin d'être la seule variable influençant la forme et l'ampleur des trajectoires. Si l'impact du TPPP sur la VSC est prépondérant, la sensibilité climatique joue également un rôle d'autant plus important que le TPPP est faible. Sur l'abattement en revanche, le TPPP a un impact moindre que les coûts d'abattement, qui explique en grande partie la dynamique de l'abattement et en particulier la décarbonation rapide proposée par Stern.

Les résultats du rapport Stern ne peuvent donc être réduits au seul choix du taux d'actualisation.

Analyse économétrique

Cette analyse qualitative est confirmée par une analyse économétrique, réalisée par Frank Nadaud. Nous avons tout d'abord préparé un échantillon de scénarios en donnant cinq valeurs possibles à six paramètres fondamentaux, qui sont : le coût marginal initial ζ d'abattement, le progrès technique sur les coûts d'abat-

tement γ , le TPPP ρ , la sensibilité climatique ϑ , la courbure de la fonction de dommages κ et le taux de croissance de long terme g . Les quatre premiers interviennent dans l'analyse précédente, mais les valeurs de ζ et γ étaient liées, ce qui ne laissait que trois paramètres indépendants. Dans cette analyse plus large, nous relâchons cette condition. Les valeurs des intervalles des paramètres ont été choisies, en ce qui concerne les coûts d'abattement, par référence au cas Stern-Nordhaus ou par référence aux intervalles d'incertitude fournis par le GIEC. Les valeurs extrêmes sont résumées dans le tableau 4.3.

TABLE 4.3: Analyse de sensibilité sur des paramètres-clefs de RESPONSE

Taux de croissance	g	1 % — 2,1 %
TPPP	ρ	0,1 % — 2,8 %
Sensibilité climatique	ϑ	2 °C — 6 °C
Dommages climatiques	κ	0,00116 — 0,00452
Coût marginal initial	ζ	0\$/tCO ₂ — 229\$/tCO ₂
Taux de progrès technique	γ	0,25 % — 5,22 %

Nous avons créé une population de $15\,625 = 5^6$ scénarios. Ces scénarios ont fourni la base de l'analyse économétrique. Notre collègue Frank Nadaud a estimé un modèle économétrique, linéaire en fonction des paramètres, qui reproduirait les valeurs de la VSC et de l'abattement. Les deux modèles économétriques estimés sont les suivants :

$$VSC_t = \beta_{0t} + \beta_{1t}g + \beta_{2t}\rho + \beta_{3t}\vartheta + \beta_{4t}\kappa + \beta_{5t}\zeta + \beta_{6t}\gamma + \epsilon_{VSC,t} \quad (4.8)$$

et

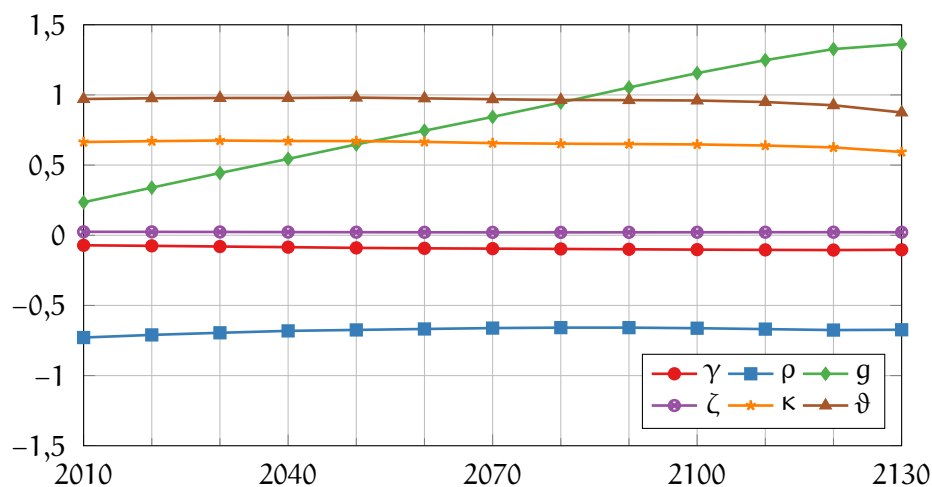
$$Abat_t = \alpha_{0t} + \alpha_{1t}g + \alpha_{2t}\rho + \alpha_{3t}\vartheta + \alpha_{4t}\kappa + \alpha_{5t}\zeta + \alpha_{6t}\gamma + \epsilon_{Abat,t} \quad (4.9)$$

Les résultats de l'analyse économétrique sont détaillés dans [Espagne et al. \(2012\)](#). Nous présentons ici les élasticités au point moyen, données par le modèle économétrique, pour chacune des dates et pour chacune des variables VSC et Abat. L'élasticité au point moyen ϵ_{it} de la VSC par rapport à la variable i à la date t se calcule de la manière suivante :

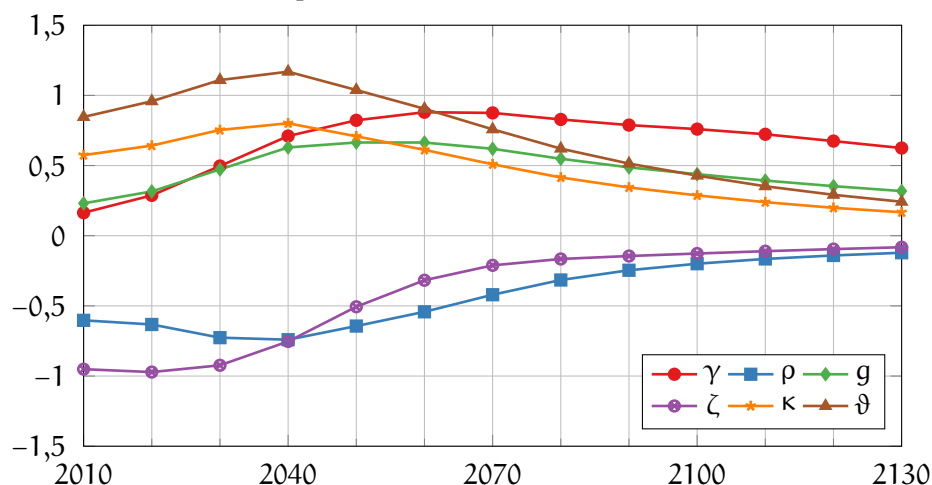
$$\epsilon_{it} = \beta_{it} \frac{\bar{i}}{\overline{VSC}_t} \quad (4.10)$$

Ici, \bar{i} est la moyenne sur tous les scénarios de la variable explicative i , et \overline{VSC}_t est la moyenne sur tous les scénarios de la variable expliquée à la date t . Ces élasticités s'interprètent facilement comme le pourcentage de variation, en moyenne, de la variable expliquée en fonction d'un pourcentage de variation de la variable explicative. De la sorte, elles mesurent l'importance des variables d'entrée (les paramètres), dans la détermination de la variable de sortie. Comme nous avons

calculé l'élasticité à chaque date, nous pouvons également suivre l'influence temporelle de chacun des paramètres. Ces élasticités sont représentées sur les figures 4.4 (a) et (b).



(a) pour la valeur sociale du carbone



(b) pour l'abatement

FIGURE 4.4: Élasticités au point moyen sur la période 2010 – 2130

Les signes des élasticités, qui renseignent sur le sens des effets des paramètres sur les variables, sont conformes à l'intuition. Le progrès technique (γ) a des effets opposés sur l'abatement et la VSC : une hausse du progrès technique se traduit par un abatement plus fort et une VSC légèrement plus faible. De même pour le coût marginal initial (ζ), une hausse diminue l'abatement mais augmente (très légèrement) la VSC. Une hausse du TPPP (ρ) diminue en revanche la VSC et l'abatement, la situation est inversée pour la sensibilité climatique (θ). Une hausse des dommages (κ) augmente la VSC et l'abatement. Une croissance plus forte augmente les émissions mais augmente également l'abatement. De plus, une croissance plus forte se traduit par une actualisation plus prononcée des dommages, ce qui aurait donc tendance à diminuer la VSC. Cependant, on constate que la croissance augmente la VSC. Regardons plus en détail les évolutions temporelles et les contributions relatives.

Concernant l'abattement, toutes les variables contribuent de manière significative aux variations. On constate un resserrement des élasticités à long terme, ce qui indique une convergence des trajectoires d'émissions vers l'abattement maximal. On vérifie les conclusions de l'analyse qualitative, avec l'impact conséquent des paramètres du coût d'abattement : le coût marginal initial a un impact fort à court terme mais décroissant au cours du temps, le progrès technique a un impact sensible à court terme, augmentant à moyen terme et qui domine les autres paramètres à long terme. À long terme, le coût marginal initial et le TPPP ont un impact faible. Par rapport à l'analyse qualitative, une bizarrerie se dégage : l'importance de la sensibilité climatique, qui se trouve être constamment plus importante que le taux d'actualisation. Cela peut être dû à des valeurs élevées de la sensibilité climatique qui ont été utilisées dans l'analyse statistique, puisque les valeurs limites vont jusqu'à 6. Ces valeurs élevées de la sensibilité climatique pourraient tirer les impacts vers les hauts. En revanche, le niveau de référence des dommages (κ) a un impact limité, sensiblement comparable à celui des autres paramètres.

Les élasticités de l'abattement varient sensiblement dans le temps, ce qui est cohérent avec la dynamique heurtée de l'abattement qu'a révélée l'étude qualitative des trajectoires. Au contraire, les élasticités de la VSC sont, à l'exception d'une variable, relativement constantes, ce qui traduit le profil lisse des trajectoires de VSC. Conformément aux leçons de l'analyse qualitative, les variables de coût d'abattement n'ont quasiment aucun impact sur la VSC. Ce sont celles qui engendrent le moins de variation dans les résultats. Le TPPP a un impact notable, du même ordre de grandeur que celui de la hauteur des dommages (κ). L'impact de la sensibilité climatique est fort, plus que celui du TPPP. C'est plus que ne le laissait suggérer l'analyse qualitative. Là encore, cela peut être le produit de fortes non-linéarités pour les hautes sensibilités climatiques. Le résultat le plus surprenant concerne l'élasticité du taux de croissance, qui croît à long terme, là où tous les autres paramètres ont des élasticités constantes au cours du temps. L'impact du taux de croissance est donc prépondérant à long terme. Nous n'avons pas trouvé d'explication convaincante à ce phénomène.

Ces analyses confirment donc que le TPPP n'est pas l'unique valeur importante pour déterminer l'attitude face au changement climatique. La question du taux d'actualisation masque ainsi d'autres questions importantes comme celles des croyances sur les techniques (coût d'abattement), ou sur le comportement du système climatique.

4.3 LA FONCTION DE DOMMAGES

Un des éléments clefs de l'analyse coût-bénéfice est la représentation des dommages. En effet, c'est en pondérant les dommages par les coûts que l'ACB détermine la politique optimale à suivre. Dans le cas du changement climatique, les coûts peuvent raisonnablement être estimés, au moins pour des politiques de réduction peu ambitieuses, en se fondant sur les substitutions entre technologies connues. Concernant les dommages, la situation est plus compliquée. Les modèles de circulation générale du climat ne permettent qu'une faible précision des effets physiques. Les impacts du changement climatique sont, pour une large

part, inconnus. Les dommages, exprimés en valeur monétaire, sont encore plus spéculatifs.

Nordhaus (1991) s'est risqué à une évaluation des dommages. C'est là une étape nécessaire pour réaliser son programme de déterminer des limites objectives, internes à l'analyse, en lieu et place des cibles exogènes de concentration en GES. Il estime d'abord que 87 % du PIB (américain) est insensible aux effets climatiques, les dommages sont donc nuls pour cette portion du PIB. Les secteurs les plus touchés seraient ceux dont la production dépend directement des conditions climatiques, comme l'agriculture. D'autres secteurs, comme le tourisme, pourraient être sensiblement affectés, mais avec également des gains possibles du réchauffement. En se fondant sur une série d'études sectorielles, Nordhaus, en prenant un peu de marge, arrive à 1,3 % du PIB de dommages¹⁵ pour un doublement de la concentration en CO₂. (Cline, 1992, p. 49) était arrivé à des chiffres approchants. Pour une ACB, il faut toutefois plus que la valeur des dommages en un point. Il faut connaître les dommages partout, grâce à une fonction de dommages. Nordhaus est donc conduit à faire des extrapolations sur des estimations incertaines.

Il est assez intéressant de voir comment Nordhaus justifie la fonction de dommages utilisée dans l'ACB de DICE. Pour l'instant, seuls deux points de la fonction sont approximativement connus : des dommages nuls sans hausse des températures et des dommages de 1,3 % du PIB pour un doublement de la concentration, que Nordhaus assimile à un réchauffement de 3 °C. Ensuite, Nordhaus signale que les dommages sont croissants avec la température. Il suppose que les dommages D suivent une loi quadratique en fonction de la hausse de température θ_A : $D(\theta_A) = \kappa \theta_A^\gamma$, avec donc $\gamma = 2$ et κ calibré par l'estimation des dommages à $\theta_A = 3$. Mais cette hypothèse d'une fonction quadratique est totalement arbitraire : une fonction cubique ou bi-quadratique, une fonction puissance, ou n'importe quelle fonction croissante, auraient tout aussi bien correspondu à des dommages augmentant fortement. La possibilité d'avoir une analyse purement objective du problème du changement climatique est donc conditionnée par la confiance que l'on peut accorder à la fonction de dommages.

Cette partie doit permettre de mieux comprendre les influences de la fonction de dommages sur l'ACB. Dans un premier temps, nous étudions les résultats assez étonnants que donne une autre fonction de dommages, une fonction de dommages de forme sigmoïdale (ou logistique). Puis nous nous servons de cette fonction de dommages pour estimer la plausibilité que la cible de 2 °C de réchauffement soit respectée par un planificateur, assimilée à la communauté internationale qui se réunit dans les Conférences des Parties. Enfin, nous montrons que les dommages estimés par les économistes comme Nordhaus partent d'un postulat de stabilité de l'économie et de la société. Nous concluons sur le rôle crucial de la fonction de dommages dans l'ACB. Nous essayons de tirer les enseignements méthodologique de cet échec d'une analyse neutre et objective.

15. Les chiffres obtenus pour l'économie américaine sont extrapolés pour l'économie mondiale en supposant que la composition de l'économie mondiale en 2050 est la même que celle des États-Unis dans les années 1990. Deux commentaires sur cette agrégation s'imposent. D'une part, cela suppose une structure constante de prix relatifs, ce qui nous ramène aux problèmes du monde à un bien. D'autre part, l'agrégation spatiale par le PIB mondial ne prend pas en compte le fait que les pays les plus pauvres seront les plus touchés.

4.3.1 *Le catastrophisme*

Lorsque les modèles intégrés prennent en compte des fonctions de dommages moins régulières que la fonction quadratique, des phénomènes étonnants apparaissent. Reprenons le modèle RESPONSE et changeons la fonction de dommages par une fonction de dommages présentant des pathologies. La fonction de dommages quadratique est convexe, avec des coûts marginaux des dommages croissants. Cela assure une montée graduelle de l'abattement à mesure que les dommages augmentent. Cela donne naturellement la *policy ramp* de Nordhaus. Supposons au contraire que les dommages suivent une tendance linéaire en fonction de la température, mais, pour prendre en compte l'existence d'une catastrophe, qu'ils fassent un brusque saut au voisinage d'un seuil de température. Analytiquement, une fonction de dommages avec un tel comportement peut s'écrire :

$$D(\theta_A) = \kappa\theta_A + \frac{d}{1 + e^{(\theta_D - \theta_A)/\eta}} \quad (4.11)$$

Graphiquement, elle est représentée en figure 4.5. La variable θ_A est la hausse de température par rapport aux températures pré-industrielles. La tendance linéaire est donnée par κ . Le saut est modélisé par trois variables : d est l'amplitude du saut dans les dommages, θ_D est le seuil de température autour duquel interviennent les dommages, tandis que η est l'étalement du saut (plus η est faible, plus le saut est brutal).

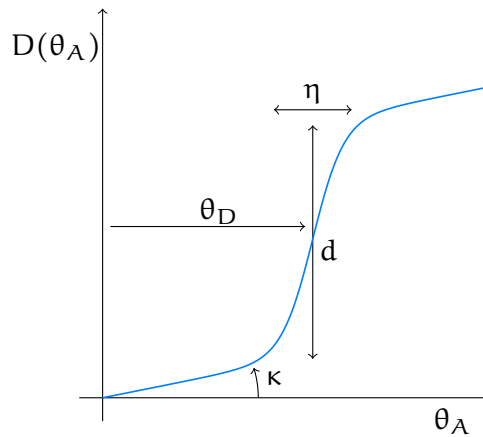


FIGURE 4.5: Fonction de dommages de forme sigmoïdale

Que se passe-t-il lorsque nous mettons une telle fonction de dommages dans le cadre de l'analyse coût-bénéfice détaillée plus haut ? Le planificateur cherche à optimiser son bien-être intertemporel sous les contraintes classiques d'accumulation du capital et de budget, en prenant en compte les dommages qui ont la forme spécifiée par la fonction sigmoïde. Ces dommages sont parfaitement anticipés par le planificateur.

En fonction des paramètres de l'économie, certaines trajectoires sont conformes aux attentes : la solution optimale consiste à ne pas franchir le seuil et donc à

faire de forts abattements pour éviter que les émissions de GES conduisent à un réchauffement excédant le seuil.

D'autres paramètres conduisent à un comportement troublant, inhabituel au regard des solutions standards régulières. Nous allons maintenant examiner plus en détail une trajectoire exhibant un tel comportement nettement plus heurté. La trajectoire est définie par les paramètres suivants, dont la signification a été expliqué en 4.2.3 : coût marginal initial d'abattement $\zeta = 16\$/\text{tCO}_2$, coût de la *backstop* $BK = 1200\$/\text{tCO}_2$, taux de décroissance des coûts d'abattement $\gamma = 1,8\%$, croissance de long terme $g = 1,8\%$, sensibilité climatique $\vartheta_{2x} = 4$, taux de préférence pure pour le présent $\rho = 2\%$, seuil θ_D de la fonction de dommages à 2°C , hauteur des dommages d à 5% du PIB. La sensibilité climatique est donc élevée, mais les coûts d'abattement sont relativement faibles, quoiqu'ils ne décroissent pas très vite. La croissance est modérée, ainsi que le TPPP. Par hypothèse, les politiques climatiques débutent en 2010. L'abattement est donc nul par construction en 2000.

Les variables de l'abattement d'émission (proportion d'émissions évitées), de la température et des dommages (proportion perdue de la production brute) le long de la trajectoire optimale sont représentées sur la figure 4.6. L'abattement augmente régulièrement de 2010 à 2030, puis, à mesure la trajectoire se rapproche du seuil de catastrophe, l'abattement s'effondre. Il tombe même à 0 en 2050 et 2060, avant de reprendre à des niveaux très modestes.

Le comportement est étonnant car d'une part la planification optimale n'évite pas le seuil, d'autre part, alors même que le planificateur sait que le seuil va être franchi (l'optimisation anticipe parfaitement toute la trajectoire future), il réduit les émissions pour retarder le seuil. Cependant, une fois celui-ci franchi, il y a moins de raison d'intervenir, car le profil des dommages est alors quasiment constant. L'abattement baisse donc. La raison d'être des réductions émissions n'est pas d'empêcher de traverser le seuil fatal : puisque le planificateur connaît parfaitement le futur, il sait que le seuil sera franchi quoiqu'il arrive. Les réductions d'émissions sont là uniquement pour retarder des dommages, qui compteront donc moins, par le jeu de l'actualisation, dans la somme actualisée de bien-être. Telle est la logique implacable de l'analyse coût-bénéfice. Cela n'en reste pas moins paradoxal au regard d'une conception plus substantielle et moins calculatoire de la rationalité.

La situation est mieux comprise si l'on observe les variations de la valeur sociale du carbone. La VSC est la valeur présente des dommages additionnels causés, à partir d'aujourd'hui, par l'émission d'une tonne supplémentaire de carbone. Le programme d'optimisation nous donne cette valeur sous la forme d'un ratio de multiplicateurs de Lagrange : c'est le multiplicateur associé au stock de carbone dans l'atmosphère, divisé par la valeur marginale de la consommation. La figure 4.7 présente en haut la VSC (en noir) comparé au coût marginal initial d'abattement (en bleu). En dessous figure l'abattement qui égalise coût marginal d'abattement et VSC. À noter que jusqu'en 2000 inclus, l'abattement est contraint à être nul, puisque les politiques d'atténuation ne commencent qu'à partir de 2010.

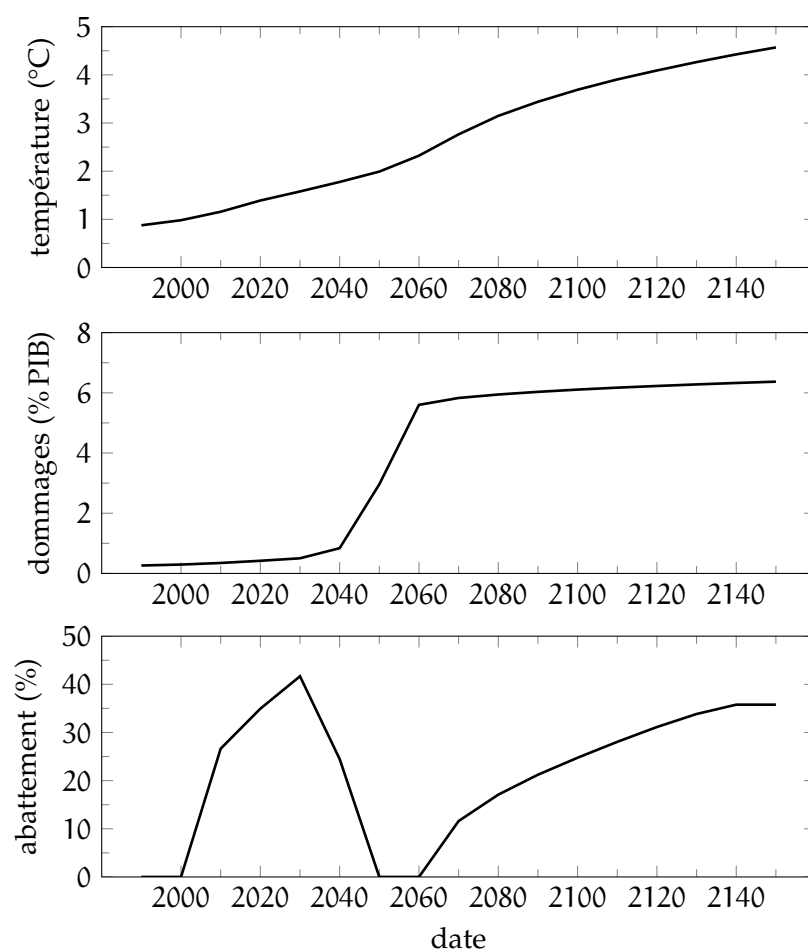


FIGURE 4.6: Abattement, dommages et température le long de la trajectoire optimale. L'abattement est en % des émissions et les dommages en % du PIB.

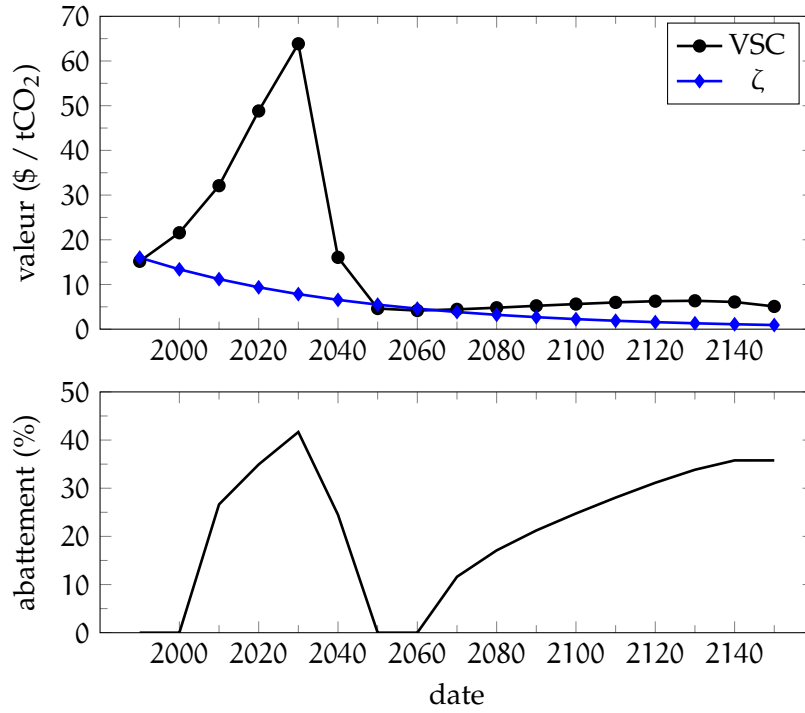


FIGURE 4.7: Valeur sociale du carbone et coût marginal initial d'abattement (ζ) (en haut), ainsi que l'abattement résultant (en bas)

Pourquoi la valeur sociale chute au passage du seuil? Il faut regarder pour cela les conditions du premier ordre, qui donnent le multiplicateur $\lambda_{A,t}$ associé au stock atmosphérique de carbone. Cette équation s'écrit :

$$\lambda_{A,t} = \lambda_{A,t+1}c_{AA} + \lambda_{B,t+1}c_{BA} + \nu_{A,t+1}\sigma_1 F'(\bar{A}_{t+1}) \quad (4.12)$$

La valeur marginale d'une unité de carbone ($\lambda_{A,t}$) est une combinaison, dépendante des coefficients de transfert du cycle de carbone (c_{AA}, c_{BA}), des valeurs futures du stock de carbone dans l'atmosphère et dans la biosphère ($\lambda_{B,t+1}$), ainsi que de la valeur de la température atmosphérique $\nu_{A,t+1}$, multipliée par un coefficient de forçage radiatif.

La valeur de la température atmosphérique $\nu_{A,t+1}$ est donnée également par les conditions du premier ordre :

$$\nu_{A,t+1} = \nu_{A,t+2} \left(1 - \sigma_1 \left(\frac{F_{2x}}{\vartheta_{2x}} + \sigma_2 \right) \right) + \nu_{O,t+2}\sigma_3 + \mu_{t+2}\partial_\theta D(\theta_{A,t+2})Y_{t+2} \quad (4.13)$$

Elle est une combinaison, dépendant des caractéristiques des échanges de température, des valeurs des températures atmosphérique et océanique ($\nu_{O,t+2}$) à la période suivante, ainsi que de la valeur marginale des dommages $\partial_\theta D(\theta_{A,t+2})$.

La valeur du stock de carbone est en définitive une combinaison linéaire des valeurs marginales des dommages, dont les coefficients dépendent du cycle du carbone et des échanges de température. Le premier dommage marginal pris en compte est celui intervenant dans deux périodes (en effet le dommage marginal dans une période est fixé par le stock actuel de carbone). À cause de la forme

sigmoïde de la fonction de dommages, la courbe des dommages marginaux a une forme de courbe en cloche, elle est maximum autour du seuil de franchissement de température. La valeur sociale du carbone sera donc plus importante lorsque la température dans deux périodes est autour du seuil. C'est bien ce que l'on observe si l'on compare la figure 4.7 avec la figure 4.6.

Dès que le seuil est passé, en revanche, la valeur marginale des dommages s'effondre, faisant chuter du même coup la valeur sociale du carbone. Pour le calcul de la VSC en 2050, les températures pertinentes se situent après 2070. Les températures à cette date ont dépassé le seuil, et les dommages se situent dans la partie quasi-linéaire de la courbe. La valeur marginale des dommages est donc extrêmement faible. De la sorte, la valeur sociale du carbone est très faible, comparativement au niveau atteint avant 2050. La VSC chute si fort qu'elle descend en dessous des coûts marginaux initiaux d'abattement, c'est-à-dire du coup d'abattement de la première tonne de carbone évitée. Ici ce coût, bien qu'en décroissance exponentielle du fait du progrès technique, n'est pas nul. Lorsque le coût marginal initial est supérieur à la valeur sociale du carbone, cela signifie qu'abattre la première tonne de carbone coûte plus cher que cela ne rapporte socialement : l'abattement est alors égal à 0. C'est ce qui se passe en 2050 et 2060, la valeur sociale du carbone chute brutalement au moment du passage du seuil, et tombe en dessous des coûts marginaux initiaux d'abattement.

Un phénomène semblable de chute de la VSC se produit dans les modèles à effet de seuil, où le passage d'un seuil augmente les dommages d'une manière brutale et irréversible (Lontzek et al., 2012). Après le passage du seuil, dont la position est incertaine, la VSC chute ainsi que les abattements. Ce type de phénomène n'apparaît pas avec une fonction quadratique, comme celle de Nordhaus, où les dommages marginaux sont toujours constamment en hausse. Dans ce cas, le profit d'abattement et de la VSC sont beaucoup plus réguliers.

La considération des déterminants de la valeur sociale du carbone permet donc d'expliquer la trajectoire inhabituelle de l'abattement. Pour mieux comprendre les choix du planificateur, on peut aussi s'intéresser à la répartition du budget de l'économie nationale entre consommation, investissement, dommages et coût de l'atténuation. Cela est représentée sur la figure 4.8.

On voit que la consommation en part de la production brute reste relativement stable. Les coûts des abattements représentent une part négligeable de la production. La hausse des dommages se traduit dans un premier temps par une réduction des investissements, puis l'investissement augmente à nouveau au détriment de la consommation. Cela est normal car le planificateur cherche à lisser sa consommation.

L'introduction d'une fonction de dommages à seuil conduit donc à des résultats relativement étonnants par rapport aux analyses standards. Perrissin-Fabert et al. (2012) ont proposé de nommer catastrophisme (*doomism*) le phénomène ainsi mis en évidence. En effet, à cause de l'effet de seuil qui représente une catastrophe (perte brutale d'une partie de la production), le planificateur renonce à faire des efforts pour réduire les émissions de GES, car, une fois à proximité du seuil, la catastrophe n'est plus maîtrisable, ce qui conduit, de manière rationnelle, à un laisser-aller.

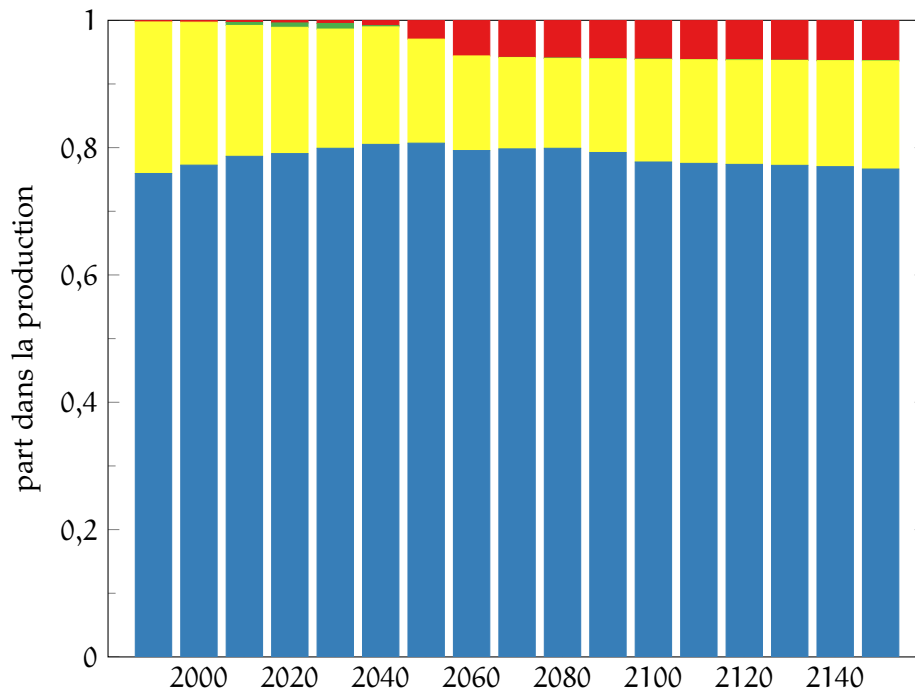


FIGURE 4.8: Répartition de la production brute entre consommation (bleu), investissement (jaune), atténuation (vert) et dommages (rouge)

La mesure de l'ampleur de ce phénomène va nous permettre de déceler un risque important dans les négociations internationales autour du changement climatique.

4.3.2 La décennie cruciale

L'accord de Copenhague (2009), négocié entre les États-Unis, le Brésil, l'Inde, la Chine et l'Afrique du Sud, rallié par les Européens, puis par l'ensemble de la communauté internationale à Cancún en 2010, a marqué sur nombre de plans un tournant dans les négociations climatiques (Godard, 2011). En effet, l'accord tourne le dos à un régime centralisé de stratégies de réduction d'émissions de GES, articulé autour d'un prix du carbone, vers un régime décentralisé reposant sur les engagements non contraignants des États, sans surveillance internationale. Pour autant, c'est la première fois qu'un objectif quantifié figure dans les textes de références des négociations climatiques. Alors que la CCNUCC se donnait dans son article 2 l'objectif de « stabiliser les concentrations de GES dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation dangereuse du système climatique », sans que ce seuil soit explicité, la communauté internationale s'est cette fois fixé comme objectif de limiter la hausse des températures à 2 °C.

Ce seuil est souvent avancé comme le seuil au-delà duquel pourraient apparaître des bifurcations du système climatique, avec le basculement dans des régimes inconnus de certains mécanismes cruciaux pour la stabilité du climat (Lenton et al., 2008). L'insistance sur ce seuil de 2 °C n'est pourtant pas uniquement due à des raisons purement scientifiques. Ce seuil tient d'une co-production entre l'expertise scientifique et les objectifs politiques (Randalls, 2010; Cointe

et al., 2011). Utilisé d'abord par l'Union européenne, il a focalisé les travaux scientifiques ; au terme d'un processus complexe, il a remplacé comme objectif de long terme des objectifs en concentration, moins parlants pour l'opinion publique mais également plus faciles à mesurer.

Adopté à Copenhague par la communauté internationale, cet objectif de 2 °C a été réaffirmé depuis, lors des Conférences des Parties successives. Nous nous intéressons à la question de savoir si cet objectif est crédible, c'est-à-dire si l'on peut accorder de la confiance aux hommes politiques quand ils affichent le résultat de tenir le réchauffement en dessous de 2 °C. Nous cherchons pour cela à apprécier, selon une méthodologie à préciser, dans quel mesure il est possible de respecter cet objectif. Nous allons nous appuyer sur le phénomène de catastrophisme, mis en évidence dans le paragraphe précédent¹⁶.

Pour cela, nous modélisons le monde réuni dans les Conférences des Parties comme un optimisateur intertemporel du bien-être mondial. On distingue toutefois deux temps de l'analyse. Les principales raisons pour lesquels l'objectif ne pourrait pas être tenu sont des problèmes de coordination. La question de la répartition du poids des charges de réduction d'émissions continue de peser sur les négociations et a empêché jusqu'à présent de parvenir à un accord mondial contraignant. Ce problème de coordination (ou de passager clandestin) n'est pas modélisé ici. Nous le prenons en compte par une date variable de début des politiques d'atténuation. L'économie suit donc deux régimes différents avant et après cette date. Cette date est un paramètre exogène qui contrôle le moment où est trouvé un accord international.

Avant que n'existe un accord international sur les émissions de GES, l'économie optimisée suit une trajectoire où les effets des émissions ne sont pas pris en compte. Autrement dit, les externalités négatives des émissions de GES ne rentrent pas dans le calcul de la trajectoire, qui suit donc une trajectoire de *business as usual*. C'est l'absence d'un accord qui explique qu'aucune action n'est engagée pour réduire les émissions.

À la suite d'un accord, l'économie suit une trajectoire optimisée qui prend parfaitement en compte les dommages et les coûts des réductions d'émissions. L'économie mondiale est comme dirigée par un optimisateur du bien-être intertemporel, avec une fonction de dommages qui prend en compte l'accord politique de ne pas dépasser les 2°C. Cela revient à faire une hypothèse forte sur le degré de coordination et d'efficacité de la mise en place de l'accord international. Comme le régime de Copenhague ne prend pas le chemin de cette coordination, mais table au contraire sur une coordination *a minima* des politiques de réduction, il s'agit là d'un scénario optimiste.

L'existence de l'accord sur les 2°C est pris en compte par la forme spécifique d'une fonction de dommages. Cette fonction de dommages est une fonction à seuil, comme étudiée précédemment, où les dommages sont faibles avant 2°C et forts après. On peut interpréter cette fonction de deux façons différentes. Premièrement, elle peut représenter directement la force de l'engagement des décideurs à respecter l'objectif. Des dommages très élevés signifient un fort engagement à respecter l'objectif. Toutefois, dans ce genre de problème, les pénalités

16. Cette partie s'appuie sur un article écrit en commun avec des membres du CIRED (Perrissin-Fabert et al., 2012).

liées au non-respect d'un engagement sont plutôt modélisées directement par des pertes d'utilité (sous la forme d'un coefficient variable devant la fonction d'utilité) et non par des pertes de production. C'est pourquoi la seconde interprétation a nos faveurs. Selon celle-ci, la fonction de dommages correspond à la représentation que les décideurs se font des dommages. On suppose donc que les décideurs se représentent les dommages liés au changement climatique à la manière d'une fonction de seuil. Cette hypothèse est cohérente avec l'intention des décideurs de limiter le réchauffement à 2 °C. Nous interprétons donc l'engagement pris par les décideurs politiques de ne pas dépasser les 2°C comme l'existence implicite d'une fonction de dommages avec un seuil autour de 2°C. C'est avec cette fonction de dommages dans la tête que les décideurs optimisent ensuite la trajectoire de l'économie mondiale. Que va-t-il résulter de cette optimisation ?

Comme dans la partie 4.2.3, nous construisons une population de 1 024 ($= 4^5$) scénarios en prenant quatre valeurs possibles pour cinq variables-clefs (cf. tableau 4.4). Ces valeurs sont choisies dans des intervalles où toutes les valeurs sont également possibles. Le choix d'une de ces valeurs, à l'intérieur des intervalles fournies, ne peut être fait selon des méthodes scientifiques, mais résulte de croyances. Chaque scénario représente donc un monde possible, un état de la nature aussi probable que les autres. Pour tous les jeux de paramètres du système technico-économico-climatique, nous regardons si le scénario franchit ou non le seuil des 2 °C. Un scénario où le seuil est franchi est un scénario doomiste.

TABLE 4.4: Les états possibles du monde

Taux de croissance (g)	1 % – 2,1 %
TPPP (ρ)	0,1 % – 2,8 %
Sensibilité climatique (ϑ_{2x})	2 °C – 6 °C
Coût marginal initial d'abattement (ζ)	0\$/tCO ₂ – 101\$/tCO ₂
Progrès technique sur les coûts d'abattement (γ)	0,25 % – 5,22 %

Sur la population de scénarios, nous avons donc compté le nombre de doomistes en fonction de la date de début des politiques d'atténuation. La proportion de doomistes dans l'ensemble des scénarios s'interprète donc comme la proportion de scénarios qui conduisent à franchir le seuil. C'est donc la probabilité que l'état du monde soit tel que le planificateur décide de ne pas respecter l'objectif. La proportion de doomistes est ainsi une mesure de la crédibilité des engagements à tenir l'objectif de 2 °C. À mesure que la proportion augmente, l'objectif est moins crédible, car pour un nombre croissant de jeu de paramètres, il n'est pas optimal de respecter l'objectif. Les résultats, pour des dates d'accord international de 1990 à 2040 et pour des hauteurs du saut (d) de dommages s'échelonnant de 0 % à 10 %, sont reportés sur les graphiques de la figure 4.9.

Le premier résultat est que pour une fraction significative de combinaison des paramètres, il est optimal de franchir ce seuil, à moins que les dommages encou-

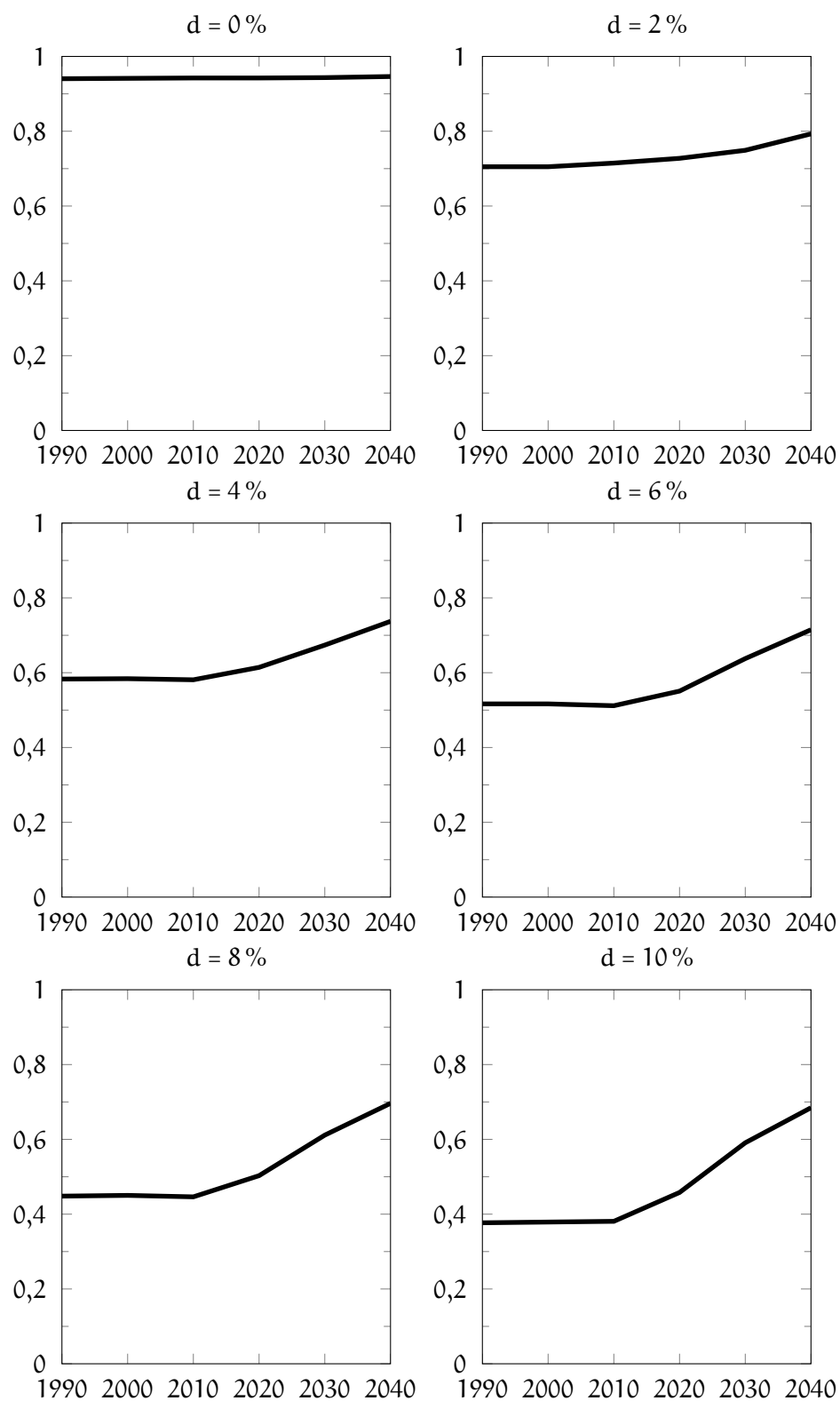


FIGURE 4.9: Proportion de doomistes en fonction des dates de début des efforts pour six amplitudes d des dommages

rus ne soient très élevés (à partir d'un cinquième de perte du produit mondial). Ce résultat s'apparente à un piège de la rationalité que nous interprétons comme un syndrome de doomisme. En effet l'établissement d'une fonction de seuil avec des dommages significatifs ne garantit pas, dans un cadre d'optimisation intertemporelle, de rester en dessous de ce seuil. Afficher un objectif de rester en dessous de seuil de 2 °C par le biais d'une fonction de dommages ne permet pas de s'engager à respecter son objectif. L'utilisation d'une ACB permet ainsi de tester la possibilité de violer l'objectif que l'on s'est fixé. Dans une analyse coût-efficacité, l'objectif est, par construction, toujours tenu. Mais seule une analyse fine des coûts pour respecter l'objectif permettra de montrer si l'objectif aura des chances d'être tenu ou non. L'utilisation d'une analyse coût-bénéfice avec une fonction de seuil permet ainsi de rendre compte d'un engagement politique flou. L'analyse coût-efficacité correspond à un engagement total de respecter les objectifs, quels que soient les coûts. En revanche, l'ACB rend compte d'un engagement partiel, pondéré par les pertes engendrées par le respect de l'objectif. L'utilisation que nous faisons de l'ACB contraste avec l'utilisation courante de l'ACB, qui cherche à fournir une trajectoire optimale.

Le deuxième résultat porte sur l'effet d'un recul des abattements. Plus la date de début des abattements est tardive, plus la proportion de doomistes est élevée. Ce résultat est *a priori* attendu. Cependant un résultat plus troublant est la hausse significative de la probabilité de franchir le seuil des 2 °C après 2020. Par contraste, la proportion est quasi constante entre 1990 et 2010. Comme la date de début de l'atténuation représente le moment où le problème de coordination entre les pays est résolu, nous pouvons interpréter ce résultat comme une perte notable de crédibilité des décideurs autour de 2020. La communauté internationale pouvait prendre le temps de la négociation dans les années 1990 et 2000, puisque le retard de l'atténuation n'affecte pas la crédibilité de tenir l'objectif, car la proportion de doomistes, de 1990 à 2010, est constante. Au contraire, depuis les années 2010, la poursuite du processus de négociation, augmente significativement la probabilité de ne pas respecter l'objectif, si le processus devait aboutir après 2020. Autrement dit, la prolongation des négociations au-delà du raisonnable rend moins crédible la tenue de l'objectif. La décennie de 2010 est ainsi cruciale pour le respect de l'objectif des 2 °C. À partir de ce moment, tout retard dans la mise en place de la coordination mondiale rend moins crédible le respect de l'objectif, alors que ce n'était pas le cas dans les décennies précédentes. Il est ainsi cocasse qu'au moment où la communauté internationale affirme avec force son attachement à limiter le réchauffement à 2 °C, le report de la solution du problème de coordination décrédibilise le respect de cet objectif.

Cette analyse, centrée sur le phénomène du catastrophisme, montre donc la faible chance de respecter l'objectif des 2 °C. D'autres travaux, sur la base d'une analyse des rythmes raisonnables de décroissance des émissions arrivent à des conclusions similaires (Guivarch et Hallegatte, 2012). Sur la base d'un modèle d'analyse coût-efficacité, Keller et al. (2007) ont montré les coûts croissants pour respecter l'objectif des 2 °C, à mesure que le temps passe. Par rapport à ces études, notre analyse ajoute des considérations d'opportunité économique. Les décisions conduisant à dépasser les 2 °C sont en effet le résultat d'un programme d'optimisation. Là où les deux études précédentes étudient ce qui est faisable,

notre analyse montre ce qu'un planificateur, placé dans le contexte spécifié, ferait en suivant une ACB.

Un enseignement de nature politique peut être tiré de la mise en évidence de ce syndrome de catastrophisme et de son ampleur à mesure que le temps passe sans que la communauté internationale ne parvienne à un accord. L'incorporation d'un seuil dans la fonction de dommages a des effets embarrassants : à proximité du seuil, les efforts sont découragés, car ils ne servent plus à éviter la catastrophe. Ainsi il ne paraît pas judicieux de mettre de manière explicite dans les négociations internationales, une limite de hausse de température, qui sera certainement dépassée. En effet, l'affichage d'un objectif explicite peut conduire à un phénomène de catastrophisme, où, lorsque la catastrophe ne peut plus être empêchée, les efforts de prévention sont relâchés. Cette analyse plaide donc pour le retrait dans les négociations internationales de l'objectif de limite à 2 °C, sans parler de l'objectif encore plus restrictif de limiter le réchauffement à 1,5 °C, promu par les petits États insulaires, particulièrement menacés par la montée du niveau des mers.

4.3.3 *Quels dommages ?*

Les résultats des ACB sont fortement dépendants des hypothèses retenues sur l'estimation des dommages. Cette partie propose un regard critique sur la prise en compte des dommages dans les analyses coûts-bénéfices. Plus particulièrement, nous cherchons à comprendre comment Nordhaus a tenté de parer à cette incertitude majeure. Les choix faits révèlent en fait les présupposés de l'Économiste.

Une analyse de sensibilité biaisée

Nordhaus est conscient de devoir faire une analyse de sensibilité sur les paramètres de son modèle. La manière dont il s'y prend pour la fonction de dommages est cependant assez curieuse. Nous avons vu combien la fonction choisie au départ pour représenter les dommages étaient arbitraire. Elle est d'autant plus arbitraire que les dommages sont inconnus au-delà d'une certaine gamme de hausse de température.

Nordhaus (1994b, p. 115) fait par exemple un test d'un scénario qu'il nomme catastrophique où la fonction des dommages est une puissance douzième de la température. Les dommages au départ très modérés augmentent alors extrêmement rapidement. La VSC est dans ce cas nettement plus forte que dans le cas quadratique, et elle augmente surtout encore plus fortement. Le taux de contrôle des émissions commence dans ce scénario à 17 % des émissions. On voit à nouveau combien les résultats dépendent de la fonction de dommages, dont le cas « de base » est arbitraire.

Nordhaus (1994b, chap. 6) cherche ensuite à estimer les paramètres qui influent le plus sur les résultats. Il construit pour cela un indice assez peu transparent de variations des résultats par rapport au cas de base. Comme alternative aux dommages quadratiques, il teste uniquement le cas biquadratique. La variation de ce coefficient fait moins varier ses résultats, d'après son indice, que la calibration de base des dommages. En écrivant $D(\theta_A) = \kappa \theta_A^\gamma$, κ a, d'après Nordhaus, un

impact plus important que γ . Le problème est que, pour déterminer les paramètres apportant le plus de variabilité aux résultats, Nordhaus fait varier un à un les paramètres par rapport à sa calibration de base. D'une part, cela néglige les interactions qu'il peut éventuellement y avoir entre paramètres, dans le cas de fortes non-linéarités. D'autre part, concernant les dommages, ce cas de base est totalement arbitraire. Le classement des paramètres selon la variabilité des résultats aurait-il été le même en partant d'une fonction bi-quadratique et en faisant passer le coefficient γ de 4 à 8 ? Probablement pas. Le paramètre qui détermine alors l'ampleur des dommages à long terme ne fait ainsi pas parti de l'analyse de sensibilité de Monte-Carlo (Nordhaus, 1994b, chap. 7). On ne sait de toute façon ce qu'il faut conclure de cette analyse de sensibilité, étant donné la disparité des résultats. Le problème principal est tout de même que l'analyse de sensibilité est conduite autour d'un point de référence qui est arbitraire, en ce qui concerne les dommages pour des fortes hausses de température.

Quand bien même Nordhaus aurait fait une analyse de sensibilité sur le coefficient γ , celle-ci n'aurait sans pas non plus été satisfaisante. Le problème est inhérent au choix d'une forme fonctionnelle simple, où le comportement pour de fortes hausses de température est couplé au comportement pour de faibles hausses de température. Avec le choix d'une fonction puissance, un coefficient γ plus fort signifie des dommages plus forts après 3 °C (point fixe par hypothèse), mais des dommages plus faibles avant. En effet augmenter le coefficient γ rend plus pentue la courbe à l'infini, mais l'aplatit au voisinage de 0. Dès lors le changement de paramètre n'exprime pas une analyse de sensibilité sur la distribution des dommages pour de hautes températures (essentiellement inconnus) mais une analyse de sensibilité sur la répartition des dommages entre les faibles et les fortes hausses de température. Avec le jeu de l'actualisation, la hausse des dommages à long terme peut ne pas compenser la baisse de dommages à court terme. Une hausse des dommages aux fortes températures peut ainsi se traduire par une baisse des efforts de réduction d'émissions. Mais c'est uniquement parce que la forme fonctionnelle *ad hoc* choisie lie de manière particulière les dommages aux faibles et fortes hausses de température. On a un exemple supplémentaire du piège que peuvent constituer certaines formes fonctionnelles, qui encodent certains effets non maîtrisés.

La manière dont les dommages sont traités dans DICE nous apprend également beaucoup sur l'inconscient de l'économiste. Les résultats sont en effet acceptés placidement, sans regard critique extérieur. Nordhaus n'est pas gêné par l'estimation des dommages de quelques pour cent de PIB pour des hausses de température de plus de 6 °C. Or à ce niveau de température, il est à peu près certain que la Terre ressemblera à quelque chose de radicalement différent que ce que nous connaissons aujourd'hui. Ce niveau de température globale n'a pas été observé depuis des centaines de millions d'années. Rappelons que seulement 5 °C sépare l'ère glaciaire de l'Holocène, l'ère actuelle. Et ces cinq degrés ont apportés des changements considérables, puisqu'ils ont libéré des glaces la moitié de l'Europe. Il serait intéressant d'appliquer la même méthode économique d'estimation des impacts pour un refroidissement planétaire de 5 °C. Il est à croire que les mêmes études économiques donneraient un impact modéré, de l'ordre de quelques pour cent, puisque 90 % du PIB est réputé être insensible aux condi-

tions climatiques. Cela donnerait une idée de la manière dont ces études peuvent sous-estimer les impacts d'un changement climatique.

Pour rendre crédible ses estimations obtenues avec la fonction de dommages, Nordhaus (1994a) a fait une enquête¹⁷ auprès de différents experts des impacts des dommages. Les résultats qui sont repris dans Nordhaus (1994b, p. 153) semblent conforter sa vision. L'opinion médiane des experts donne des dommages de 5,5 % pour un réchauffement de 6 °C en 2090. Mais la distribution est nettement plus surprenante car très étalée. Le 90^e percentile est ainsi à 15 %, et sa moyenne est à 22 %. En réalité, les résultats de cette enquête révèlent un fossé entre les experts en fonction de leurs disciplines d'origine. La séparation en trois groupes (économistes généralistes, économistes de l'environnement, scientifiques naturalistes) montre des différences saisissantes. Dans le même scénario de réchauffement de 6 °C en 2030, les économistes généralistes n'estiment que les dommages qu'autour de 3,5 % en moyenne, là où les naturalistes les estiment à 55 %. Dans le cas d'un réchauffement de (seulement !) 3 °C, les économistes généralistes ne prévoient aucun dommage. Les économistes de l'environnement sont généralement dans une position médiane, estimant des dommages un peu plus élevés que leurs collègues généralistes.

Les estimations des dommages par le collège d'experts sont donc très fortement dépendantes de la composition du collège. Or les experts interrogés sont majoritairement des économistes. Sur les dix-huit, huit sont des généralistes et seulement trois des scientifiques naturalistes. Les percentiles du sondage ne doivent donc pas nous impressionner. La faiblesse des dommages médians reflète avant tout la prépondérance des économistes dans l'échantillon interrogé. Ce n'est aucunement un garant de justesse.

Pour le crédit que l'on peut accorder à l'ACB, cette divergence d'opinion n'est pas sans conséquence. Roughgarden et Schneider (1999) ont constaté que parmi les estimations des dommages des économistes, l'estimation de Nordhaus était celle qui conduisait à la plus faible VSC. Avec la même forme fonctionnelle, celle de Tol conduit à une VSC deux fois plus importante en 1990. Surtout, Roughgarden et Schneider ont estimé des fonctions de dommages correspondant aux opinions des différents experts. Avec la fonction de dommages des scientifiques naturalistes, la VSC est presque dix fois plus importante que la valeur donnée par DICE.

L'utopie de l'économiste

Il reste à comprendre les raisons de telles divergences. Pour l'Économiste, la cause est entendue. L'homme est de plus en plus isolé de son environnement par un appareillage technique. La plupart des activités se sont abstraites du climat et le changement du climat n'aura pas d'effet sur elles. De toute façon, les économies humaines sont intensément adaptables, ce que les scientifiques naturalistes ne comprennent pas. Les économistes généralistes anticipent ainsi une quasi-absence de dommages même en cas de réchauffement très rapide. Dans la tête de l'Économiste, le fonctionnement de l'économie est détaché de toute réa-

17. Ce mode d'investigation fait d'ordinaire sourire en économie, depuis la « controverse marginaliste » sur les procédures de fixation des prix par les industriels, et les critiques subséquentes de Machlup et Friedman (Mongin, 2000).

lité matérielle. Elle ne dépend que de ses propres mécanismes de régulation, les marchés, qui permettent d'absorber n'importe quel choc. On peut donc la penser comme immuable, non affectée par les changements de son environnement. Les impacts sont pensés comme n'intervenant qu'à la marge.

Pour transporter le problème dans une autre situation, on peut se demander comment un Économiste évaluerait une disparition du Soleil. Il constaterait d'abord que plus les sociétés sont développées, moins elles dépendent de la lumière. Là où les sociétés primitives ou paysannes vivent avec le soleil, les sociétés industrielles ont largement imposé leur rythme propre. La ville-phare du monde moderne, New York, vit la nuit comme le jour. L'absence de lumière n'est donc pas un problème. L'Économiste pourrait même remarquer que les éclipses n'ont généralement que peu d'impacts sur l'activité économique. Ainsi, à part peut-être le secteur très spécifique des fabricants de lunettes de soleil, on est fondé à conclure que l'économie ne sera que peu touchée par la disparition du Soleil.

L'Économiste prend la partie pour le tout, et l'essentiel pour le périphérique. L'Économiste désencastre l'économie des écosystèmes et ne voit donc pas les effets du changement climatique. En réalité, l'économie est située à l'intérieur de la biosphère et ne peut échapper au climat. L'économie est un ensemble de relations qui s'insère dans un tissu de relations humaines, elles-mêmes parties du vaste réseau de la vie. Au lieu de se demander en premier lieu ce que deviennent les relations économiques lorsque le climat change, il faut d'abord s'interroger sur ce que devient la base sur laquelle s'édifie l'économie. Le raisonnement par le bon bout étudie comment se transforment les milieux naturels, puis les hommes, puis la vie en société, les institutions, et enfin seulement l'économie.

La stylisation des dommages par des fonctions de dommage, calibrées sur des formes fonctionnelles commodées, a les mêmes défauts que son pendant dans la modélisation des techniques par les fonctions de production. L'usage des fonctions de production permet de supposer des substitutions fortes entre facteurs et une dématérialisation de l'activité économique, sans avoir besoin d'en faire la preuve. Il autorise à faire l'impasse sur la description des ruptures technologiques qui permettraient d'atteindre cet état futur. De manière similaire, une fonction de dommages permet de postuler des dommages sans montrer les adaptations ni les perturbations.

Pour apprécier l'importance des dommages et des possibilités d'adaptation, il faudrait donc pouvoir décrire par le menu l'évolution des écosystèmes. C'est une tâche vaine. De fait, on ne sait pas comment évolueront les milieux naturels avec une augmentation sensible de la température. Plus que l'incertitude sur le climat, c'est l'ignorance de la réorganisation des grands types d'écosystèmes (les biomes) qui est pertinent pour l'activité économique. On peut penser que la répartition des biomes ne restera pas globalement identiques avec quelques changements de détail. On ne peut pas prévoir à quoi correspondra l'économie dans des milieux différents de ceux dans lesquels elle est aujourd'hui installée. Il est, pour l'instant et sans doute à jamais, impossible d'évaluer un changement total de cette nature.

Pour étayer l'idée d'une économie détachée des attaches matérielles, l'Économiste met l'accent sur les possibilités d'adaptation. Or si l'on peut envisager une adaptation des espèces vivantes, et donc de l'humanité, sur des échelles de temps très longues (après tout, la Terre, quoique à l'aspect profondément différent, était

florissante à l'Eocène, il y a 50 millions d'années), une adaptation des espèces à des variations rapides est très problématique. Les végétaux par exemple sont limités par les limites de dispersion des graines qui les empêchent de migrer vers des climats plus propices. Quant aux animaux, l'adaptation suppose que des passages soient possibles vers des climats qui correspondent à leur mode de vie, mais encore faudrait-il que leur habitat migre avec eux, ce qui, nous venons de le dire, est quasiment impossible. Nombre d'espèces endémiques dans les zones de montagne sont ainsi condamnées par le rétrécissement de leur habitat sous l'effet du réchauffement. Outre les migrations vers des climats équivalents aux climats optimaux pour les espèces, ce qui pose la question de la coïncidence des migrations de toutes les espèces d'un écosystème, on peut envisager des adaptations évolutives. De ce point de vue, ce sont les espèces à cycle de reproduction rapide qui sont à même de s'adapter efficacement, en se transformant, comme par exemple les insectes. Les espèces à cycle de reproduction lent, comme les espèces de grands mammifères, sont moins bien loties et risquent d'être simplement éliminées par un réchauffement très rapide.

L'évolution de l'homme ne passe plus par des transformations somatiques mais bien plus par des évolutions exosomatiques, de nature avant tout sociales. Les évolutions exosomatiques qui réussissent peuvent être adoptées par imitation, ce qui accroît encore plus les chances d'une adaptation réussie. Les sociétés humaines, des Esquimaux aux Touaregs, se sont adaptées à la plupart des climats, ce qui laisse l'Économiste confiant. Mais croit-on vraiment qu'une économie moderne puisse se développer au Groenland et au Sahara ?

Ces problèmes d'évolution ne sont peut-être pas aussi simples que ne le suggère la facilité de l'imitation. Comment les sociétés modernes complexes se transformeront sous la pression des changements environnementaux ? Si l'Économiste semble concevoir une adaptation en douceur, dans une société stable, à structure économique et politique inchangée, nul ne peut vraiment dire le chemin qu'elles prendront.

La vision idyllique du changement des sociétés dans une ère de réchauffement climatique a été contestée par Harald Welzer (2009), spécialiste de psychologie sociale. Harald Welzer s'est intéressé d'abord à la Seconde Guerre mondiale et aux exactions des soldats allemands. Il a cherché à comprendre comment une société civilisée comme l'Allemagne de Weimar avait pu se transformer en une société capable de planifier et d'exécuter la Shoah. Il a montré comment les cadres de référence, c'est-à-dire ce qui délimite les actions possibles ou impossibles, les actions bonnes ou mauvaises, peuvent se transformer extrêmement rapidement. Dans certaines situations, l'acte de tuer peut être ressenti comme une nécessité et devenir une banalité. Des conflits récents, comme le génocide rwandais, ont encore illustré cette fragilité des structures sociales. Le pire est que les individus au prise avec ces réalités nouvelles ne s'en rendent pas compte. Ils ne s'aperçoivent pas de ce qui apparaît, aux yeux d'un observateur extérieur, être une dérive ou une folie collective. Les capacités d'adaptation et d'imitation, combinées à des références mouvantes, peuvent faire également des malheurs.

Les travaux de Welzer montrent la fragilité de la stabilité sociale. Dans les mondes confortables de l'Occident, où la violence meurtrière est reléguée au loin, hors frontière, le retour de la violence au cœur même des sociétés est une pos-

sibilité que le raisonnement exclut. La réalité pourrait bien être différente, avec une mise en tension généralisée des sociétés sous l’emprise du réchauffement climatique. Welzer envisage au cours du *xxi*^e siècle le retour de la guerre dans de nombreuses régions du monde, sous le poids des conditions climatiques aggravées. Ce scénario est d’autant plus probable que le réchauffement climatique aura ses conséquences les plus dures dans les pays les plus pauvres, donc les moins capables d’y faire face. De nombreux États déjà affaiblis pourraient devenir des États faillis, à l’image de la Somalie ou de l’Afghanistan. Ces États mettront en danger leurs voisins, par une logique classique de diffusion des conflits. Nul ne sait à quelles mesures devront recourir les riches États du Nord pour maintenir ces conflits hors de leurs frontières.

Tout ceci laisse penser que les évaluations réconfortantes de l’Économiste se traduisant par une perte de 5 % du PIB pour un réchauffement de 6 °C sont des élucubrations peu sérieuses. Les estimations à ces niveaux de température sont tout au plus des extrapolations plus ou moins farfelues. Elles n’ont aucune valeur, de quelque ordre que ce soit¹⁸. Les fonctions de dommage « create a perception of knowledge and precision, but that perception is illusory and misleading » (Pindyck, 2013). Elles ne mettent que des chiffres sur l’inconnu, manière de se rassurer et de conjurer la peur devant l’incertain. Grâce à elles, l’Économiste joue au thaumaturge.

Il est possible, et même probable, que les choses tournent mal. Si l’accent est d’ordinaire mis sur un emballement du système climatique, via un réchauffement climatique auto-renforçant, la fragilité concerne également les sociétés humaines aux prises avec le réchauffement. Même à faible réchauffement, les tensions croissantes sur les systèmes agricoles, la disponibilité en eau, la vulnérabilité des zones côtières pourraient s’amalgamer à d’autres tensions ethniques ou religieuses, et dégénérer en des conflits régionaux. La probabilité de dommages catastrophiques n’est donc pas qu’une question de systèmes climatiques mais également une question de réponse sociale. Le changement climatique joue comme catalyseur et comme amplificateur des bouleversements en cours des sociétés et des écosystèmes sous l’effet de l’industrialisation et de l’urbanisation.

Le retour à un jugement éclairé

De la sorte la possibilité de dommages catastrophiques doit être prise au sérieux. En quoi cela change-t-il l’analyse? Lors de la discussion lancée par le rapport Stern, Weitzman (2007), par ailleurs très critique de Stern, suggère que Stern pourrait être tombé juste pour de mauvaises raisons. Weitzman remarque que les événements même à probabilité très faible peuvent avoir une contribution significative dans une décision s’ils occasionnent des dommages conséquents. Il

18. Après que des commentaires nous aient été fait sur cette affirmation, nous avons découvert que Robert Pindyck (2013) développait une argumentation similaire à la nôtre. « The bottom line here is that the damage functions used in most IAMs are completely made up, with no theoretical or empirical foundation. That might not matter much if we are looking at temperature increases of 2 or 3 °C, because there is a rough consensus (perhaps completely wrong) that damages will be small at those levels of warming. The problem is that these damage functions tell us nothing about what to expect if temperature increases are larger, e.g., 5 °C or more. Putting $T = 5$ or $T = 7$ into [damage functions] is a *completely meaningless exercise*. » C’est nous qui soulignons

suffit pour cela que la probabilité décroissent moins vite que l'ampleur des dommages (de manière technique les moments de la loi de probabilité des dommages ne sont pas définis). Or Weitzman note l'existence, dans les rapports du GIEC, d'une probabilité résiduelle, non négligeable, que les dommages soient énormes. Il est donc conduit à défendre les politiques climatiques comme assurance contre des événements extrêmes. Les politiques de réduction des gaz à effet de serre pourraient être justifiées par l'occurrence possible d'une situation catastrophique.

Il est assez intéressant de suivre son raisonnement dans sa forme la plus aboutie (Weitzman, 2011). D'une part, Weitzman cherche à ne pas s'embarrasser de détails techniques qui obscurcissent le raisonnement et ne font que passer au second plan les idées essentielles. Il a de sérieux doutes sur l'analyse coût-bénéfice telle qu'elle est pratiquée de manière usuelle dans le cas du changement climatique. Les résultats des analyses coût-bénéfices ne sont pas conformes à l'intuition que les dommages très importants doivent peser dans la décision : « I will argue that the seeming immunity of the "standard" BCA to the possibility of extreme outcomes is both peculiar and disturbing. My arguments in this section are not intended to be airtight or rigorous. Rather, this is an intuitive presentation based on some very rough stylized facts. » (Weitzman, 2011, p. 276)

L'argumentation de Weitzman s'appuie sur des éléments que nous avons développés précédemment. Les modèles de dommages font trop confiance à notre savoir dans des terrains qui nous sont en réalité inconnus. Ces plans sur la comète, aussi précis et détaillés soient-ils, ne doivent pas nous leurrer devant l'étendue de notre ignorance pour des variations climatiques d'une telle ampleur et d'une telle rapidité. Weitzman, en dépit de ses arguments techniques, revient en fait au mode de raisonnement qui était au début celui de Nordhaus (1977a). Il paraît intuitif de limiter les hausses de concentration à des domaines de variation connus. C'était exactement l'intuition initiale de Nordhaus. Poussé par une volonté de placer des limites « objectives » et par une grande confiance dans des calculs exploratoires, Nordhaus a défendu son analyse coût-bénéfice qui préconise une politique climatique limitée. Trente ans après les premiers travaux de Nordhaus, Weitzman revient finalement au programme initial, dont l'intuition était valide. Son argument de bon sens montre que, malgré des calculs impressionnants, le genre de raisonnement proposé par l'analyse coût-bénéfice ne peut pas être sérieux quand de tels aléas sont à l'œuvre. Préconiser comme solution optimale une politique qui fait sortir l'humanité du domaine de variation climatique qu'elle a connu n'est pas raisonnable. Le *dismal theorem* que Weitzman prétend énoncer sur l'analyse coût-bénéfice est en fait un résultat d'impossibilité. Dans une situation telle que nous l'avons décrite, avec des incertitudes fortes aux conséquences dramatiques, il est en fait impossible de calculer. L'esprit de géométrie ne peut conduire qu'à prendre des mauvaises décisions, qui écartent de fait les éléments troublant la bonne tenue du calcul.

Que nous reste-t-il alors ? Weitzman fait appel à l'intuition. Nous préférons parler de jugement, mode d'exercice de la raison qui a disparu de la formation de l'Économiste (cf. 1.4.5), mais qui est si crucial pour la conduite des affaires humaines. Lorsque Nordhaus fixe une limite de concentration de GES qui reste dans les limites des cent mille dernières années (Nordhaus, 1977b, p. 40), il effectue un jugement. Le calcul n'est pas la seule façon de raisonner. Le jugement relève

également de l'exercice de la raison. Lorsque Weitzman liste une liste de faits dérangeants pour l'analyse coût-bénéfice, il effectue aussi un jugement. Ce jugement n'est pas une réaction irrationnelle ou émotionnelle à des conclusions non désirées. Il s'agit d'apprécier les résultats standards de l'analyse coût-bénéfice au regard d'autres éléments d'information disponible. Il s'agit de ne pas faire une confiance aveugle aux calculs mais de les tempérer par la comparaison avec d'autres résultats existants ; il s'agit de faire preuve de recul et d'esprit critique sur le modèle qui a généré les calculs.

Une voie moyenne avait été explorée par les travaux du GIEC pour dépasser l'opposition au jugement qualitatif. C'était celle de la décision séquentielle en univers controversé, largement acceptée dans le milieu des années 1990 (Hourcade, 1997). La décision séquentielle consiste à prendre des premières mesures malgré l'incertitude pour se permettre de conserver des marges de manœuvre dans le futur, lors de la révélation partielle ou totale de l'information. Dans le cas du changement climatique, elle consiste à favoriser dans un premier temps les mesures sans regret pour laisser le temps d'en savoir plus. Elle opère donc un mélange de calcul économique et de jugement, incorporé sous la forme de mondes possibles. Malgré son ingéniosité pour tenter de décider en méconnaissance de cause, l'approche de la décision séquentielle n'a pas résisté à la puissance hypnotique de la modélisation intégrée. Les modèles construits selon les canons de la théorie Économique, où toutes les données sont spécifiées et connues, l'ont éclipsée. Les critiques que subissent actuellement ces modèles et le retour du jugement pourraient contribuer à en faire à nouveau une plateforme de discussion.

*
* *

Dans ce chapitre, nous avons vu comment les inflexions de la théorie Économique ont peu à peu contribué à redéfinir le problème de la lutte contre les émissions de GES. Nous avons suivi l'évolution des travaux de Nordhaus, qui sont entrés en résonance avec des évolutions parallèles de la théorie Économique. Au départ, il s'agissait d'étudier les moyens de mettre en place une transition vers les énergies non carbonées. L'étude permettait de déterminer le montant d'une taxe carbone qui donnerait le signal suffisant pour éviter que les concentrations ne dépassent un certain seuil.

Cette démarche, de type coût-efficacité ne pouvait résister à la quête de neutralité et d'objectivité, inhérente à la théorie Économique ; le poids des décisions extérieures au champ économique, c'est-à-dire le jugement politique sur le réchauffement y est trop important. L'Économie se définit comme monde clos avec ses propres mécanismes d'évaluation et de régulation. Même si les régulations nécessitent, comme dans le cas d'une externalité comme le changement climatique, l'intervention d'un gouvernement, les mécanismes économiques permettent de réaliser le bien commun d'une façon totalement indépendante des choix politiques. L'Économie est émancipée hors du champ politique car elle définit pour elle-même sa propre normativité. L'État qui met en œuvre éventuellement les mécanismes n'est qu'un instrument. Ce chemin mène dans le cas du changement

climatique aux analyses coût-bénéfice. En quête d'une objectivité et d'une neutralité impossible à atteindre, l'analyse coût-bénéfice incorpore dans ses marges les parti-pris de l'idéologie économique. L'âpreté des débats autour du rapport Stern n'est pas due à un conflit entre économie orthodoxe et hétérodoxe, à une querelle méthodologique profonde. Ce débat révèle de l'intérieur les difficultés inhérentes de la méthode économique, et par contrecoup les présupposés sur lesquels elle est souvent bâtie. Dans ce chapitre, nous en avons examiné trois principaux.

Le premier est la confusion entre les niveaux normatif et positif, telle qu'elle s'exprime dans la controverse du taux d'actualisation. Les taux d'intérêt de marché sont censés être les seuls taux pertinents pour la prise de décision. Les revirements de l'analyse macro-économique, avec la fermeture de la parenthèse keynésienne, renforcent ces préjugés. Dans leurs spécifications les modèles confondent optimalité et description.

Le deuxième est la conception dématérialisée du fonctionnement de l'économie. L'économie est coupée d'une partie de ses sources que sont les combustibles fossiles. Elle est réduite à un seul bien, le PIB, duquel des formes fonctionnelles permettent de retirer des coûts ou d'ajouter des bénéfices. Dans ce monde à un bien, tout est équivalent. L'environnement n'est qu'un des éléments de la productivité, dont la perte peut éventuellement être compensée par d'autres facteurs.

Le troisième est la croyance en une économie stabilisée, isolée des aléas extérieurs. Suspendue dans un éther monétaire, auto-régulée par les mécanismes de prix, l'économie est d'une solidité à toute épreuve et ne peut que poursuivre sa croissance, indéfiniment. Nous retrouvons l'illusion d'un champ social autonome et auto-régulé qui marque la pensée économique depuis le XVIII^e siècle.

Les deux derniers éléments se combinent pour extrapoler des dommages dans des fonctions aux effets relativement bénins. L'économie est quasiment intacte alors même que la Terre a profondément changé. La fonction de dommages cristallise les préjugés de l'idéologie économique car la méthode économique ne peut s'appuyer que sur eux pour donner une forme à l'inconnu. En s'engageant dans la voie de l'analyse coût-bénéfice, en acceptant de mettre des chiffres aléatoires sur des terrains inconnus, la théorie Économique a contribué à trivialiser les enjeux liés au changement climatique.

Si la théorie Économique a échoué à avoir un discours crédible sur le changement climatique, c'est en partie parce qu'elle s'est refermée sur elle-même, qu'elle veut donner une image totale du monde, fermée par les certitudes du calcul. L'Économiste, toujours très écouté des gouvernements, a sans aucun doute un rôle dans l'attentisme des pays occidentaux. Il ne faudrait pas pour autant lui jeter la pierre. Même les mesures modestes proposées par le plus optimiste seraient mieux que rien.

Un problème plus grave que la timidité de la théorie Économique face au réchauffement climatique est également à l'œuvre dans l'absence de programme pratique de lutte contre les émissions de GES. La formation des jugements, éventuellement aidée par l'analyse économique, et leur confrontations pour produire un consensus suppose l'existence d'un espace de discussion de problèmes. Le cadre implicite dans lequel peut s'insérer l'analyse économique est ainsi celui d'arènes de débat, où chaque partie a son mot à dire, mais où chacun peut entendre l'autre. Une telle arène laisse la place à une discussion rationnelle et à

une conciliation possible. Or ce cadre de discussion, dans lequel peut s'insérer l'analyse économique, est en crise. Aujourd'hui le champ de la discussion est profondément divisé, parcouru d'oppositions frontales et de positions irréconciliables. Pire, les arènes où pourrait avoir lieu la dispute, au sens médiéval du terme, n'existent plus. On se retrouve donc devant un champ éclaté, où chaque partie refuse d'écouter l'autre. Le prochain chapitre est consacré au climato-scepticisme, qui est précisément le symptôme de cette confrontation irréductible, qui ne souffre aucun compromis rationnel. Nous analysons comment s'opère le refus du débat rationnel, quels mécanismes intellectuels sont à l'œuvre avant de montrer ce que révèle la situation présente.

Le climato-scepticisme : les conditions sociologiques d'un antagonisme paralysant

Obstinate ignorance is usually a manifestation of underlying political motives.

The political aspects of full-employment
Michał Kalecki (1943)

À LA SUITE D'UNE PASSE D'ARMES entre Pierre Vidal-Naquet et Bernard-Henri Lévy, au sujet d'un ouvrage de ce dernier, encensé par la critique mais truffé d'erreurs historiques, Cornélius Castoriadis (1979) s'interrogeait : « Sous quelles conditions sociologiques et anthropologiques, dans un pays de vieille et grande culture, un "auteur" peut-il se permettre d'écrire n'importe quoi, la "critique" le porter aux nues, le public le suivre docilement — et ceux qui dévoilent l'imposture, sans nullement être réduits au silence ou emprisonnés, n'avoir aucun écho effectif ? »

Le crédit accordé à ceux qui contestent les enseignements des sciences du climat nous invite à poser la même question au sujet du climato-scepticisme. Par climato-scepticisme, nous entendons le phénomène qui consiste à nier l'existence du réchauffement climatique, son caractère anthropique ou l'opportunité de limiter les émissions de GES.

Il ne s'agit pas ici de répéter les assertions des climato-sceptiques pour mieux les réfuter. D'une part, il existe déjà des réfutations ou des mises en perspectives des allégations climato-sceptiques. Fellous et al. (2010) répondent par exemple à l'argumentaire des climato-sceptiques, tant sur le terrain scientifique que socio-politique. D'autre part, la réponse première doit s'effectuer sur le terrain de la climatologie : nous ne sommes pas compétent pour cela ; on consultera plutôt les éléments scientifiques du débat, par exemple les rapports du GIEC (Houghton et al., 2001 ; Solomon et al., 2007), ou leur présentation grand public par Valérie Masson-Delmotte (2011).

Nous ne cherchons pas à répondre aux climato-sceptiques, mais à analyser les raisons de l'existence du climato-scepticisme, à comprendre ses stratégies et les ressorts de son succès. Ce travail est assez proche de celui d'Olivier Godard

(2010a, 2012), qui répond également aux climato-sceptiques sur le terrain de l'épistémologie.

Notre objectif est de cerner les contours du climato-scepticisme, les canaux qu'il emprunte, les faiblesses qu'il exploite. Notre recherche des conditions sociologiques et anthropologiques du climato-scepticisme nous amènent à mettre en évidence de nouvelles propriétés des sociétés de marché.

Dans un premier temps, nous décrivons les circonstances qui permettent la naissance, l'expansion et la réception du climato-scepticisme. Nous décortiquons le circuit climato-sceptique. Dans un deuxième temps, nous analysons la structure des propositions de la thèse attaquée par le climato-scepticisme, dans sa version négatrice. Ces propositions ont des statuts épistémiques différents qui laissent prise à une critique pointant la différence entre les diagnostics et la préconisation. Le climato-scepticisme ne s'inscrit cependant pas dans cette critique légitime car il confond encore plus les statuts de connaissance. Cette analyse permet de mieux comprendre l'efficacité du climato-scepticisme. Dans un dernier temps, nous montrons comment s'est construite l'opposition entre partisans des politiques climatiques et opposants climato-sceptiques. Cet antagonisme révèle les évolutions idéologiques qui vont de pair avec les évolutions économiques ¹.

5.1 LE CIRCUIT DU CLIMATO-SCEPTICISME

Initialement, nous pensions conduire l'analyse du circuit climato-sceptique grâce à la distinction d'un versant production et d'un versant consommation. Du côté de la production, il y aurait eu les membres actifs de ce circuit, comme les compagnies industrielles qui perdraient lors de la mise en place de régulation des émissions de gaz à effet de serre. Du côté de la consommation, il y aurait eu les citoyens, prêts à recevoir avec complaisance et soulagement le discours des climato-sceptiques. Une offre d'un côté, soutenue par des moyens financiers et motivée par des intérêts économiques, une demande sociale de l'autre, de la part de citoyens anxieux et atteints dans leurs croyances ou dans leur identité.

Cette approche économiste du circuit climato-sceptique nous a finalement paru inadaptée à l'objet de l'étude. Les producteurs et les consommateurs ne sont pas radicalement séparés. Chaque personne relayant lors d'un débat les arguments climato-sceptiques, transmettant des supports multi-médias de climato-sceptiques notoires ou reprenant sur les forums internet et les blogs des objections déjà réfutées, est un producteur du climato-scepticisme. Les raisons pour lesquelles une personne peut adhérer à ce discours sont aussi les raisons pour lesquelles elle est prête à le diffuser. Ce sont autant des intérêts économiques qu'une opposition symbolique.

Par conséquent, l'ensemble du public, population, entreprises ou associations, est à la fois producteur et consommateur dans le circuit climato-sceptique. De la même façon, un schéma unidirectionnel comme celui proposé par Zaccai et al. (2012b, p. 27) nous paraît réducteur : dans son cadre d'analyse des controverses climatiques, un flux d'information part de la communauté scientifique en direction d'un public récepteur.

1. Une version antérieure de la deuxième partie a déjà été publiée (Pottier, 2011), ainsi qu'un élément d'analyse de la dernière partie (Pottier, 2013).

Le circuit climato-sceptique, produit par des enchevêtrements divers, n'a pas de structure logique définie. Il relie autant des acteurs institutionnels que des particuliers, des scientifiques et des amateurs ; il est animé par des motivations économiques, des cadres cognitifs ou des valeurs idéologiques ; il traverse les frontières, aussi bien en France qu'aux États-Unis. Pour présenter ce circuit, aucun plan évident ne s'imposait. À rebours de tout plan structuré, nous cheminerons donc au gré des liens entre des acteurs aux pouvoirs et aux poids hétérogènes, rencontrant les motivations du simple citoyen, de l'expert ou de l'industriel, qui peuvent être tout à la fois économiques, cognitives, politiques ou symboliques. Pour que le lecteur ne s'égare pas dans cet écheveau de relations, les principaux thèmes abordés sont indiqués dans la marge. Pour reprendre l'expression éponyme du film d'Al Gore, nous cherchons pourquoi l'existence du réchauffement climatique est « une vérité qui dérange » et pour qui.

Le rôle des médias dans le climato-scepticisme mérite une discussion séparée, conduite dans une seconde partie. Nous touchons là des problèmes profonds de l'évolution des sociétés occidentales et de leur espace public, déjà évoqués par Castoriadis.

5.1.1 « Une vérité qui dérange »

L'action contre les émissions de gaz à effet de serre entre en conflit frontal avec des intérêts établis, en particulier ceux des grandes compagnies pétrolières. Philippe Roqueplo avait découvert ce mécanisme de risque inversé dans son étude sur les pluies acides (Godard, 2010a, p. 38). Face à un risque premier, par exemple environnemental ou sanitaire, les pouvoirs publics cherchaient, sous la pression du public ou d'ONG, à engager des actions correctrices. Celles-ci créaient alors un « risque inversé » pour les entreprises. Le risque pour elles n'était plus le risque environnemental ou sanitaire mais les mesures que ce dernier avait suscitées.

risque
inversé

Le risque inversé affecte particulièrement les compagnies pétrolières ou minières. Les pays se sont engagés régulièrement depuis le sommet de Copenhague à limiter l'augmentation de la température globale à 2 °C. Quoique cet objectif soit de plus en plus difficile à tenir à mesure que le temps passe sans que rien n'ait été entrepris (cf. 4.3.2), une limitation sérieuse du réchauffement climatique passe par la limitation de l'utilisation des combustibles fossiles². Si la température globale doit être contenue, cela signifie que le pétrole, le gaz ou le charbon resteront dans le sol et ne seront pas exploités (Prévot, 2007).

Les compagnies pétrolières verraient alors annihilée la valeur des concessions, pour lesquelles elles ont investi et qui entrent déjà dans leur bilan. Une ONG britannique a estimé ainsi que 80% des actifs des compagnies pétrolières seraient sans valeur si l'objectif des 2 °C devait être tenu (Carbon Tracker, 2012). La perte de valeur s'applique également aux pays disposant de ressources fossiles. L'Arabie Saoudite ne craint pas, lors de chaque négociation internationale, de demander des dédommagements pour la baisse de demande de pétrole que

2. La capture de CO₂ permettrait d'exploiter les combustibles fossiles sans rejeter de CO₂. Ce n'est pas ici le lieu d'expliquer pourquoi le stockage souterrain de l'équivalent CO₂ de l'intégralité des réserves fossiles potentielles n'est pas réaliste.

provoquent les politiques climatiques. L'Équateur demande des compensations financières pour ne pas exploiter les réserves de pétrole sous le parc naturel du Yatsuni. Comme les compagnies pétrolières n'ont que peu de chances d'obtenir des compensations pour ne pas exploiter leurs concessions, elles préfèrent contester les actions à entreprendre.

think-tanks
conservateurs

Principalement aux États-Unis, ces compagnies participent ainsi au financement de tout un ensemble d'organismes. Depuis les années 2000, les compagnies pétrolières sont en retrait, mais des fondations opaques³, ainsi que des milliardaires, ont pris le relais dans le financement de sociétés-écrans ou de *think-tanks* néo-conservateurs. Le contre-mouvement environnemental qui s'observe aux États-Unis depuis les années 1980 est le fait de ces *think-tanks* (Jacques et al., 2008). Les efforts de l'administration Reagan pour supprimer la législation environnementale ont été condamnés dans l'opinion publique. Les conservateurs ont alors compris qu'il était plus sûr de s'attaquer directement à la science, en la faisant passer pour de la *junk science* (science pourrie – on est proche du climato-sceptique Benoît Rittaud parlant de climatomanie). Les conservateurs répondent ainsi sur le terrain du mouvement environnemental qui est, parmi les mouvements sociaux, celui qui s'appuie le plus sur la science. Les *think-tanks* conservateurs passent pour de vrais centres d'expertise, indépendants du gouvernement, contrairement aux véritables centres de recherches. Ils publient des rapports, commandent des études, qu'ils diffusent ensuite dans les cercles de décision. Presque tous les *think-tanks* conservateurs, intéressés par l'environnement, sont sceptiques, et presque toute la littérature sceptique sur la réalité des problèmes environnementaux est apparentée aux *think-tanks* conservateurs.

L'impact des conservateurs est primordial dans le débat sur le réchauffement climatique. Ils mènent une campagne de très longue haleine. Après une première prise de conscience publique du réchauffement climatique à la fin des années 1980, les thèses climato-sceptique montent en puissance tout au long des années 1990. Elles profitent à plein de la large victoire des Républicains en 1994 au Congrès américain. La charge est massive et finit par avoir raison du protocole de Kyoto, qui ne sera jamais ratifié par les États-Unis (McCright et Dunlap, 2003). L'influence de ces officines peut être plus pernicieuse et va se loger jusque dans les choix sémantiques. Un document de communication à destination du parti républicain est ainsi responsable du passage de l'appellation *global warming* (réchauffement climatique) à *climate change* (changement climatique), en effet est loin d'être négligeable. Communicant du parti républicain, Frank Luntz fait de la redéfinition des termes une des clefs pour la victoire idéologique des républicains au sujet des problèmes d'environnement, et du réchauffement climatique en particulier. « "Climate change" is less frightening than "global warming". As one focus group participant noted, climate change "sounds like you're going from Pittsburgh to Fort Lauderdale." While global warming has catastrophic connotations attached to it, climate change suggests a more controllable and less emotional challenge. » (Luntz, 2003, p. 142) Luntz recommande aussi d'insister sur les incertitudes : « you need to continue to make the lack of scientific certainty

3. On parle de 120 millions de dollars sur la décennie, environ 35 millions en 2010. Voir « US 'Dark Money' Funds Climate Sceptics », Suzanne Goldenberg, *The Guardian*, 15 février 2013.

a primary issue in the debate, and defer to scientists and other experts in the field. » (Luntz, 2003, p. 137)

Les *think-tanks* sont une pièce maîtresse pour imposer le doute. Leur rôle est de produire de toute pièce une contre-expertise, qui pourra étayer l'idée d'une science incertaine. Le *Heartland Institute*, par exemple, organise des conférences où les intervenants sont payés pour venir (contrairement aux pratiques usuelles). Les comptes-rendus de ces conférences sont ensuite largement diffusés dans les comités de rédaction, où ils passent pour l'expression d'une véritable recherche scientifique. Le *Heartland Institute* se proposait aussi de produire des programmes d'éducation à destination des scolaires. Cette stratégie du doute est effectuée en toute conscience. Il s'agit de produire de la fausse science ou de la pseudo-science pour faire croire que les recherches ne sont pas stabilisées, que les phénomènes sont incertains. L'incertitude est fabriquée de toute pièce (Henry, 2013).

stratégie
du doute

Les méthodes de déstabilisation de la science font l'objet d'un nouveau champ de recherche, l'agnotologie, ou l'étude de la production de méconnaissance. Ces méthodes sont mieux connues depuis les grands procès des industries du tabac. La justice américaine a en effet condamné les entreprises de tabac pour avoir vendu des produits addictifs et nocifs en connaissance de cause. Elle a forcé ces entreprises à rendre publiques leurs archives. La publication de ces *tobacco documents* a permis de révéler les stratégies employées, parfois extrêmement complexes et retorses, de la production de fausse expertise contradictoire à la création d'un nouveau champ disciplinaire comme contre-feu. Le but avait été ingénument décrit par un cigarettier à la fin des années 1960 : « le doute est notre produit, parce que c'est le meilleur moyen de concurrencer les preuves dans l'esprit du public. C'est aussi le moyen de lancer une controverse. » (Michaels, 2008)

Il ne faudrait pas croire que la science est attaquée que de l'extérieur. À côté des officines des conservateurs qui produisent des rapports biaisés pour occuper le terrain, des scientifiques ont complaisamment servi de caution. L'enquête de Oreskes et Conway (2010) a pu montrer comment, aux États-Unis, un petit groupe de scientifiques s'est fait une spécialité de propager systématiquement le doute sur les études scientifiques qui gênent les réseaux politiques et industriels auxquels ce petit groupe est lié. Ces scientifiques, proches du parti républicain, ont ainsi recyclé les techniques de l'industrie du tabac sur de nombreux sujets, comme la guerre des étoiles de Reagan, les OGM et le réchauffement climatique, dernier sujet en date, pour lequel ils étaient, comme pour les autres, incompetents. Pour faire croire à une controverse scientifique, ils enrôlent ainsi tous les idiots utiles. Une pétition contestant l'existence du réchauffement climatique a ainsi recueilli plus de trente milles signatures de « scientifiques » américains. À l'examen, beaucoup de ces « scientifiques » étaient des ingénieurs ou n'avaient pas de doctorat, une portion minime avait la climatologie pour discipline principale.

scientifiques
américains

L'agitation climato-sceptique est avant tout entretenue par des scientifiques non spécialistes des disciplines qu'ils critiquent. L'étude « Who are the climate change skeptics ? »⁴ contient un panorama détaillé des institutions climato-scep-

4. Publiée sur le blog de Jim Lippard, intellectuel américain, *The Lippard Blog*, 16 décembre 2009, <http://lippard.blogspot.fr/2009/12/who-are-climate-change-skeptics.html>.

tiques, des scientifiques qui y contribuent, des financeurs. Elle compare les chercheurs collaborant au GIEC et ceux de l'organisation NIPCC (*Nongovernmental International Panel on Climate Change* — remarquons l'usage subtil du terme non-gouvernemental pour donner l'illusion de l'indépendance et suggérer l'inféodation du GIEC à des politiques gouvernementales). Les chercheurs du NIPCC sont moins diplômés, ils ont obtenu leur diplôme à une date plus reculée (la date moyenne d'obtention du dernier diplôme remonte à 1965 au NIPCC, contre 1981 au GIEC), et ils sont connus pour des recherches qui n'ont rien à voir avec la climatologie, généralement la biologie, la physique ou l'économie.

Le fait que les climato-sceptiques soient en général plus vieux et moins diplômés que ceux qui publient dans les sciences du climat n'a pas de valeur en soi. Il permet cependant de relativiser la prétention des climato-sceptiques à incarner la science la plus au point sur le sujet. De plus, pour un scientifique ayant une longue carrière dans une spécialité, il est parfois difficile de se maintenir au niveau de la recherche dans sa propre spécialité ; pour éviter de se sentir dépassé, il est tentant de changer de discipline et d'utiliser son aura pour propager des thèses retentissantes, sensationnelles, mais qui doivent peu à la science. Même si l'on croit que la vieillesse conduit à la sagesse, on ne peut ignorer que, dans certains cas, elle est bel et bien « un naufrage ».

géologues
français

On retrouve certaines de ces caractéristiques sociologiques dans le climato-scepticisme français. Pour autant, selon Olivier Godard (2012, p. 58), il n'est pas l'œuvre systématique d'entreprises ou de groupes idéologiques. Les climato-sceptiques français forment plutôt un réseau lâche aux intérêts et aux motivations hétérogènes. Une partie de la communauté des géologues y joue un rôle particulier. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce fait.

D'un point de vue sociologique, la géologie était considérée comme une science socialement utile ; loin d'être cantonnée à la recherche de la connaissance pure, elle servait, entre autres, à l'exploration pétrolière. Cette finalité très pragmatique avait des conséquences positives, telle la fourniture d'une énergie abondante et peu coûteuse ; la position des géologues pouvait être socialement valorisée. La découverte du changement climatique renverse cette perspective, car le principal responsable en est la combustion des énergies fossiles. L'exploration pétrolière devient, sous ce rapport, nuisible et la reconnaissance sociale des géologues diminue. De manière inconsciente, cela a pu créer un sentiment de méfiance, puis de rejet de cette découverte.

Sur un plan pécuniaire, la concurrence pour l'attribution des crédits de recherche, l'éviction de la géologie au profit des sciences de l'atmosphère et de l'océan, peuvent aussi expliquer la minimisation par les géologues d'un phénomène qu'ils perçoivent comme facteur de marginalisation de leur discipline. La prétendue captation des financements publics par la climatologie est un vrai cheval de bataille pour Claude Allègre, comme en témoignent ses déclarations : « Les tenants du *global warming* ont, petit à petit, pris en main les directeurs scientifiques des agences de recherche, lesquelles ont coupé les crédits à tous les hétérodoxes en choisissant systématiquement comme référents les tenants des thèses du GIEC. » (Allègre, 2010, p. 143) ou encore « Ils ont réussi à tirer beaucoup d'argent pour des recherches qui ne servent qu'à faire tourner leurs modèles d'ordinateurs, sans aucune considération pour l'observation. » (Allègre, 2009)

D'un point de vue épistémique, les géologues étudient des phénomènes sur des temps extraordinairement longs : l'échelle caractéristique de temps est bien plus proche du million d'années que de la décennie. Ainsi dans l'esprit des géologues, et plus généralement de ceux qui ont reçu une formation scientifique « dure », en particulier les ingénieurs, il est à peu près inconcevable qu'une espèce singulière, fût-elle l'Homme, puisse modifier en un si petit nombre d'années des paramètres globaux de la Terre, tel le climat. Comme l'a montré D. Chakrabarty (2010), cette impossibilité est au fondement de la séparation entre histoire naturelle et histoire humaine. Le changement climatique force à une révision de conceptions profondément ancrées dans la tradition intellectuelle occidentale, qui opposent la fixité du monde naturel à la dynamique du corps social. Cette thèse doit être complétée par la mise en perspective des historiens Locher et Fressoz (2012). Ceux-ci signalent que la modernité n'a pas toujours été aveugle aux interactions entre l'homme et la nature. Au XVIII^e siècle, les théories néo-hippocratiques font du climat une catégorie pour interpréter les rapports entre l'homme et son environnement. Dans l'anthropologie du siècle des Lumières, le climat est « non seulement la latitude et les caractères météorologiques du lieu, mais aussi la nature du sol et le mode de vie des habitants ; c'est-à-dire, tout à la fois, les données du milieu naturel et le résultat du processus d'adaptation des hommes » (Corbin, 1982, p. 282). Pour des naturalistes comme Buffon, l'homme améliore son climat grâce à son agriculture. Après la Révolution française, la modification du climat, en particulier de l'humidité et de la pluviométrie, au travers des déforestations est une grande question politique. Les hommes et les savants du XVIII^e siècle sont tout à fait conscients que l'action de l'homme peut bouleverser l'environnement naturel. Richard Grove (1990, 1993) a insisté sur le rôle de l'expérience coloniale dans les îles des Caraïbes et de l'océan Indien dans l'émergence de la réflexivité environnementale, c'est-à-dire la conscience qu'ont les hommes de modifier leur environnement. J.-B. Fressoz et F. Locher nous mettent surtout en garde contre l'illusion de croire que la haute réflexivité environnementale de notre époque est inédite et qu'elle nous donne un avantage par rapport aux sociétés du passé pour trouver des solutions aux maux qui nous accablent. En réalité, les sociétés du passé se sont engagées en pleine conscience dans des activités qui dégradaient leur l'environnement.

S'il est acquis que la thèse de D. Chakrabarty doive être tempérée, *a minima* pour le XVIII^e siècle, elle exprime quand même une certaine vérité pour les dernières décennies. J.-B. Fressoz et F. Locher montrent l'oubli au cours du XIX^e siècle du paradigme climatique, sous l'effet de changement dans les sciences médicales, physiques et sociales. La géologie a joué un rôle dans ce processus. La découverte progressive du réchauffement climatique provoque le retour d'une réflexivité environnementale, qui avait été perdue depuis la fin du XIX^e siècle. Ce qui importe pour la compréhension du climato-scepticisme, c'est que des hommes et des femmes aient été élevés, pour des raisons scientifiques ou religieuses, dans cette croyance de la fixité et de la stabilité du monde naturel.

Le sénateur républicain J. Inhofe, encore lui, donne un exemple extrême de l'attachement à un monde fixe pour des raisons religieuses. Lors de la promotion de son ouvrage *The Greatest Hoax: How the Global Warming Conspiracy Threatens Your Future*, il déclarait le 2 août 2012 à la radio Voice of Christian Youth America :

« Well actually the Genesis 8:22 that I use in there is that “as long as the Earth remains there will be seed time and harvest, cold and heat, winter and summer, day and night,” my point is, God’s still up there. The arrogance of people to think that we, human beings, would be able to change what He is doing in the climate is to me outrageous. »

complexité

Le changement climatique anthropique bouleverse les catégories analytiques enseignées jusque là, et il est normal que certains perdent leurs repères. Comprendre le réchauffement climatique exige de franchir un obstacle cognitif. Dans cette perspective bachelardienne, la paresse intellectuelle explique en partie le refus d’admettre l’existence du réchauffement climatique. Dépassés par les découvertes, des intellectuels et des scientifiques s’érigent en gardiens du temple de la scientificité et placent sous le signe de l’irrationalité le dépassement de la dichotomie entre l’Homme et la Nature. Pourtant ce sont bien la science et les avancées de la connaissance qui nous ont donné les instruments pour appréhender le réchauffement climatique. Sur le plan conceptuel, les théories de la complexité et des systèmes chaotiques démontrent que la stabilité peut être fragile, que des événements modestes à l’échelle inférieure peuvent provoquer de grands bouleversements à l’échelle supérieure. Sur le plan empirique, les progrès de l’observation météorologique, la reconstitution toujours plus fine des climats passés, nous donnent un exemple inédit de ce qui n’aurait pu rester qu’une possibilité conceptuelle : l’Homme, par une série d’actes anodins, modifie de manière graduelle et irrémédiable le système climatique.

Les scientifiques climato-sceptiques jouent aux persécutés. Ils s’efforcent d’être perçus comme des nouveaux Galilée, géniaux découvreurs solitaires, à l’avant-garde de la science de leur temps, victimes de l’obscurantisme. Mais leur attitude ressemble plus à celle du vieil Einstein, refusant la physique moderne issue de la mécanique quantique. En raison de son dogmatisme qu’il résumait en « Dieu ne joue pas aux dés », Einstein s’est obstiné, à partir des années 1920, à rejeter les nouveaux principes qui expliquaient le monde quantique, principes qui apportaient une compréhension approfondie de notre monde et à la découverte desquels il avait lui-même contribué.

*théorie
du complot*

Godard insiste sur l’attaque contre la « pensée unique » qui rassemble toutes ces individualités. Le réchauffement climatique serait un gigantesque canular, orchestré par un petit groupe d’écologistes. Yves Lenoir est un des premiers à avoir répandu cette idée de théorie de complot pour le problème du trou de la couche d’ozone (Godard, 2010a, p. 34). On assiste alors à un renversement des preuves. Un article, un rapport devient d’autant plus scientifique qu’il s’éloigne du consensus scientifique. Les écrits des climato-sceptiques, qui n’ont jamais réussi à être publiés dans les revues académiques, deviennent ainsi des éléments de preuve non pas en dépit de leur rejet des instances académiques, mais précisément grâce à ce rejet. En retour, ce rejet prouve bien le complot. Ce système de raisonnement circulaire est extrêmement efficace.

La théorie du complot est incontestablement un ressort du climato-scepticisme. De manière générale, la théorie du complot permet de répondre à une angoisse moderne sur la perte de sens et de visibilité quant à l’évolution des sociétés. La théorie du complot attribue les évolutions aux actions conscientes d’un petit

groupe. On retrouve donc une intentionnalité (la situation est « agie » par quelqu'un), un sens (l'évolution a un but caché) et un espoir (le renversement du petit groupe permettra d'orienter l'évolution à son propre profit). À l'encontre des théories du complot, les sciences sociales nous enseignent que les structures de la société sont bien plus fréquemment des conséquences non intentionnelles, les effets imprévus d'une série d'actes accomplis pour des raisons propres⁵. La découverte des effets imprévus peut même être vue comme l'acte de naissance des sciences sociales modernes (Dupuy, 1992).

Le lien entre croyance dans les théories du complot et climato-scepticisme est illustré par une enquête de Lewandowsky et al. (2013). La croyance dans la théorie du complot pour certains événements (l'alunissage d'Appolo 13, l'extraterrestre de Roswell) est un bon prédicteur du climato-scepticisme. Les deux autres prédicteurs sont l'attachement au système de marché libre et la croyance que les problèmes environnementaux ont déjà été résolus, ces deux facteurs étant d'ailleurs corrélés entre eux. Après le « combat libéral » de F. Ewald (Godard, 2010a, p. 33), on voit une nouvelle fois le rôle crucial de l'idéologie néo-libérale dans la production du climato-scepticisme. Pour beaucoup de climato-sceptiques, le changement climatique est vu comme une menace pour le système du marché libre.

Le changement climatique, « the greatest and widest-ranging market failure ever seen » (Stern, 2006, Executive Summary), donne l'opportunité aux États d'un encadrement des activités privées. L'existence du changement climatique contredit ainsi frontalement les idées néo-libérales selon lesquelles le libre jeu du marché, l'initiative privée sans restrictions, la libre poursuite des intérêts de chacun conduisent toujours et partout à la meilleure situation possible. On aimerait savoir comment un féroce partisan du marché sans contraintes s'attaquerait au problème du changement climatique.

*credo
libéral*

Ron Paul s'annonçait comme un spécimen intéressant. Chef de file du courant libertarien aux États-Unis, partisan de la libre entreprise des individus, il ne contestait pas en 2007 l'existence du réchauffement climatique. En 2008, il insistait évidemment sur les incertitudes, mais reconnaissait une certaine rationalité à une action sur les émissions de GES. Comment conciliait-il son idéal d'un État minimal, veilleur de nuit, avec l'existence du réchauffement climatique ? Il proposait surtout de réduire les subventions aux compagnies pétrolières. C'est un préalable bien trouvé, mais un peu court. Las, on n'en saura pas plus. En 2009, avec le dépôt du projet de loi pour instituer un marché de quotas, le *Waxman-Markey bill*, la rupture est consommée : cette loi est accusée de clouer encore plus l'économie dans son cercueil (« put another nail in the economy's coffin »). Il remet en cause l'origine anthropique du changement climatique et déclare le 4 novembre 2009 sur Fox News : « the greatest hoax I think that has been around for many, many years if not hundreds of years has been this hoax on the environ-

5. Il faudrait poursuivre cette réflexion avec le dernier ouvrage de Luc Boltanski, *Énigmes et enquêtes* (2012). Pour lui, les théories du complot participent d'une volonté de dévoilement commune à l'enquête sociologique ou aux romans policiers. Elles sont liées à l'incapacité de l'État d'assurer son projet originel, celui d'une réalité sûre, stable et prévisible. Cette incapacité est criante à la fin du XIX^e lorsque l'internationalisation du capitalisme sape l'autorité de l'État. Nous n'avons pas eu le temps d'étudier en détail cet ouvrage.

ment and global warming. » La contradiction entre l'idéologie et la réalité aura été trop forte, et la réalité s'est éclipsée⁶.

L'idéologie néo-libérale, qui place toutes les vertus dans le marché libre, constitue un puissant moteur du climato-scepticisme. Les apologistes du marché libre préfèrent continuer à vivre dans leur monde idéal plutôt que de reconnaître la sanction du réel.

*contre le
communisme*

Ce phénomène de déni est particulièrement marqué aux États-Unis. Dans une des premières analyses des cycles d'attention que connaissent les problèmes écologiques, Anthony Downs (1972) donne une clef de compréhension de cette obstination. Pour A. Downs, les Américains conçoivent les problèmes comme étant externes à la société. La solution d'un problème ne doit pas modifier les structures de la société. Le changement climatique demande au contraire de changer les structures qui organisent le fonctionnement économique, et en particulier le laissez-faire. L'attitude relevée par Downs se traduit par un rejet du problème, qui devient impensable. S'il est difficile de juger si cette attitude s'applique sur tous les sujets, l'attachement viscéral de nombre d'Américains au libre marché, au laissez-faire, rend pour l'instant impossible toute modification de cette structure sociale. La contestation du capitalisme n'a jamais été au centre des débats politiques aux États-Unis, où même le parti démocrate est beaucoup plus attaché aux marchés que ne le sont les partis de la gauche européenne. Dans cette perspective, les tentatives de limiter les émissions de GES sont vues comme autant de suites de la guerre froide, autant d'attaques contre l'identité américaine. Tous ceux qui reconnaissent l'existence du réchauffement climatique deviennent ainsi des communistes cachés dont le but est de détruire la prospérité américaine.

La filiation par l'anti-communisme explique ainsi les parcours des scientifiques étudiés par Oreskes et Conway (2010). Proches des cercles conservateurs, beaucoup avaient participé à la promotion de l'Initiative de défense stratégique (la guerre des étoiles de Reagan), qui voulait doter les États-Unis d'un bouclier antimissile contre l'Union soviétique. Tailler en pièce la science climatique n'est pour eux que la continuation de ce combat de civilisation contre le communisme (la situation se retrouve en France, cf. 5.3.1). Après l'arrivée au Congrès des républicains en 1994, les auditions lancées pour dévoiler les visées politiques des scientifiques avaient un petit air de maccarthysme (McCright et Dunlap, 2003, p. 361). Comme Hans Jonas le constatait ironiquement, la principale stratégie de discrédit des diagnostics est de « soupçonner la science elle-même qui fournit ces pronostics non désirables d'être la servante de l'ennemi de classe » et de proclamer : « la vraie science, la nôtre, lit autrement le texte de la réalité. » (Jonas, 1979, VI.II.A.3, p. 259). La mention de l'ennemi de classe est, pour les paranoïaques de la guerre froide, toujours d'actualité.

progressisme

Outre les vertus du marché libre, la découverte des perturbations anthropiques du climat renverse d'autres symboles. Elle remet en cause le mythe du Progrès qui anime nos sociétés, la croyance en une progression inéluctable vers le mieux. Comme d'autres événements du xx^e siècle, le réchauffement climatique tempère ce mythe en montrant ses contreparties négatives. Le scientisme, qui assimile la

6. Nous recherchons toujours un libertarien non climato-sceptique pour poursuivre l'enquête. Que le lecteur n'hésite pas à nous contacter s'il connaît un spécimen de cette espèce rare.

Science et la Raison au Progrès, condamne les découvertes sur le réchauffement climatique comme irrationnelles. Claude Allègre en est sans doute le héraut : « j'ai décidé de combattre de toutes mes forces non pas les thèses "scientifiques" du GIEC, mais les sentiments excessifs d'alarmisme qui découragent le citoyen et injurient notre aptitude au progrès comme l'avenir, tout simplement » (Allègre, 2010, p.129). Bien que Claude Allègre prétende ne pas vouloir s'attaquer aux thèses scientifiques du GIEC, la cohérence de son propos le conduit pourtant à le faire tout au long de ses diatribes.

Le changement climatique dérange car il oblige à un examen de nos modes de vie, un changement de nos habitudes. Au niveau individuel, la perspective de devoir lutter contre un phénomène global et intangible peut susciter un sentiment d'impuissance, créateur d'angoisse ; le discours patelin des climato-sceptiques peut trouver du crédit auprès de chacun car il rassure et dissipe cette angoisse. Cassandre perdra toujours le talent de persuader face à un Apollon contrarié dans son entreprise : les promesses doucereuses d'un avenir paisible sont plus racoleuses que les prédictions de malheur.

Dans la veine de l'économie comportementale, d'autres biais psychologiques ou cognitifs lors de l'évaluation du long-terme, de la décision face à un risque ont été mis en évidence (Gertner, 2009 ; Gardiner, 2012). Les humains ont tendance à passer d'un problème à l'autre, à sous-estimer l'urgence d'un problème. Face à un problème grave, ils se créent des diversions ou des compensations. Hamilton (2012, p. 226) pense que le fait que l'homme réagisse au risque préférentiellement par ses émotions constitue un handicap pour la solution du problème climatique, parce que l'abstraction et l'intellectualisation peinent à créer des affects. Godard (2010a) explique par un phénomène de rationalisation *ex post* la vague de climato-scepticisme qui a frappé la France après l'échec du sommet de Copenhague. Des attentes fortes avaient été formulées, mais elles ont été déçues. La tension psychologique se résout par un déni des risques.

*biais
cognitif*

Suite à ce parcours dans le réseau des climato-sceptique, nous comprenons mieux le succès d'un tel discours. Le changement climatique heurte des intérêts établis, des croyances, des valeurs. Des mouvements se sont organisés pour produire un doute sur les conclusions des recherches scientifiques, ils s'appuient sur des experts qui relayent ce doute dans les instances de décision. Nous percevons comment le climato-scepticisme rencontre un écho dans la société, comment il peut séduire au niveau individuel.

Avant de conclure, nous nous intéressons au traitement du climato-scepticisme dans les médias.

5.1.2 Les médias et l'oubli de la fonction critique

Cette controverse ne fleurit en effet que par l'entremise des médias qui organisent la confrontation factice entre des faits scientifiquement établis et une opinion minoritaire qui ne repose sur rien. Les médias veulent du conflit pour capter l'attention des spectateurs-consommateurs. De plus notre référentiel dé-

mocratique⁷ post-moderne tend à présenter tout jugement comme une opinion et chaque opinion comme valable, digne d'être énoncée et confrontée à égalité avec une autre. De manière générale, pour éviter le dogmatisme, notre époque tombe dans le relativisme sans saisir le statut de la vérité, en particulier de la vérité scientifique. Le fonctionnement médiatique ne laisse pas de place à l'argumentation scientifique.

Comme il ne saurait y avoir une seule vérité, les médias présentent systématiquement les deux côtés, le pour et le contre, de manière équilibrée, sur un pied d'égalité quand bien même les deux positions ne seraient pas du tout égales du point de vue des faits. L'idéal régulateur implicite d'une égalité des temps de parole n'a ici aucun sens. Aux États-Unis, les climato-sceptiques américains ont su jouer à plein de la Fairness Doctrine, qui oblige les journalistes à rendre compte de deux points de vue contradictoires, même si l'un est biaisé. Un peu comme si pour chacune minute consacrée à l'astronomie, on devait accorder une minute à un hurluberlu qui penserait que la Terre est plate. Dans les années précédant la signature du protocole de Kyoto, dans les journaux américains, les témoignages de scientifiques reconnus déclinent. Ils remontent légèrement après 1994 mais dorénavant, il y a autant de références à des scientifiques reconnus qu'à des scientifiques sceptiques (McCright et Dunlap, 2003, p. 365-366).

La couverture médiatique du réchauffement climatique augmente au long des années 2000, en particulier de 2006 à 2009, avec les moments de grande médiatisation que sont la sortie du film d'Al Gore *An Inconvenient Truth*, le prix Nobel de la Paix décerné au GIEC et à Al Gore, ainsi que le sommet de Copenhague. Mais cette médiatisation n'est pas forcément favorable à la prise de conscience du problème, car le traitement dans les médias continue à être « équilibré » (Jenkins, 2011).

On peut avoir un aperçu du chemin parcouru, à rebours, pendant la décennie 2000. McCright et Dunlap (2003) montraient le rôle du mouvement conservateur américain et de la désinformation sur le réchauffement climatique dans la non-ratification du protocole de Kyoto. En revanche, ils notaient l'absence d'impact du mouvement conservateur sur l'opinion publique, qui croyait dans l'existence du réchauffement climatique et qui soutenait le protocole de Kyoto. Après dix ans de contestation acharnée, les résultats sont maintenant tangibles. Les États-Unis sont parmi les pays du monde qui croient le moins au changement climatique (Nagel, 2011), alors qu'ils en sont parmi les plus responsables. La prise de conscience de la gravité du problème a même baissé depuis les années 2000.

Surtout il s'est passé un phénomène étrange de polarisation des opinions sur le réchauffement climatique (McCright et Dunlap, 2011). L'opinion publique américaine est en effet divisée entre démocrates et républicains. Les démocrates croient dans une large majorité aux faits scientifiques sur le réchauffement climatique, tandis que les républicains les contestent. Plus frappant encore : la connaissance déclarée d'un sujet ou le niveau d'éducation entraînent d'ordinaire un accord plus grand avec le consensus scientifique. En ce qui concerne le changement climatique, cet effet est bien observé chez les démocrates, mais pas chez les ré-

7. Ici il faut entendre démocratie dans son sens tocquevillien, c'est-à-dire comme un concept sociologique et non politique. La société démocratique dans ce sens n'est que l'autre nom de la société de marché.

publicains, où l'effet est plus certainement négatif. Autrement dit, le républicain éduqué a plus de chance de contredire les faits scientifiques que le républicain moyen. Deux hypothèses peuvent rendre compte de ce phénomène. Les personnes filtrent l'information en sélectionnant les contenus en accord avec leurs valeurs. En situation controversée, elles écoutent d'abord les élites en qui elles ont confiance. Ainsi s'expliquerait la polarisation observée de l'espace public américain. Cette polarisation sur le changement climatique rejoint ainsi la polarisation sur d'autres sujets de société qui s'observe depuis les années 1980.

La polarisation des opinions tend à séparer la société américaine en deux blocs. Les phénomènes de ségrégation spatiale renforcent la polarisation. La délibération entre individus ayant des opinions proches peut conduire à des positions beaucoup plus tranchées. Schkade et al. (2007) ont organisé des expériences de délibération sur quelques sujets, dont le changement climatique, au Colorado et ont observé l'effet sur l'opinion moyenne d'un groupe. La délibération accroît le consensus à l'intérieur du groupe, réduit la diversité des opinions à l'intérieur d'un groupe, et accroît la différence entre deux groupes. Il y a un effet de polarisation, et d'amplification idéologique. Des gens aux destinées socio-économiques semblables habitent dans des endroits proches et sont donc plus susceptibles d'interagir entre eux. Au vu des résultats de l'enquête, la ségrégation spatiale a donc toutes les chances de polariser les opinions. La division de la société américaine préfigure peut-être le devenir des sociétés européennes, traversées elles aussi par des fractures qui pourraient s'approfondir.

La polarisation des médias, avec des médias consacrés d'un camp ou de l'autre, regardés préférentiellement par un camp ou l'autre, joue un rôle dans ce processus. Mais cette polarisation est accentuée par certains dispositifs internet, que l'on croirait pourtant neutres. Pariser (2011) a enquêté sur les résultats des moteurs de recherche, et en particulier de Google. Les résultats de recherche de Google dépendent de la personne qui lance la recherche. L'algorithme optimise la disposition des requêtes pour plaire à l'utilisateur. Les requêtes susceptibles d'être préférées sont mises en avant. De par la nature même de l'algorithme de sélection, les choix passés vont influencer sur le résultat de la recherche. À une personne qui a signalé, par ses requêtes passées ou par sa navigation internet, ses sympathies démocrates, Google proposera, lors d'une recherche sur le changement climatique, en priorité les sites du GIEC, ou d'institutions scientifiques. À un présumé républicain, en revanche, Google proposera d'abord les blogs les plus vus des climato-sceptiques (Pariser, 2011). On voit donc que les nouveaux vecteurs d'information, que l'on loue généralement pour la meilleure diffusion de l'information, portent en eux des tendances contraires, qui tendent à conforter les individus dans leurs opinions.

Ces tendances au morcellement de l'espace public, au regroupement des personnes en communautés d'opinions, sont très certainement préjudiciables au bon fonctionnement de la démocratie, comme régime politique. On comprend toute l'importance de médias généralistes regroupant les opinions des deux camps. Cette confrontation des points de vue dans une même arène est essentielle pour la vitalité de la vie démocratique. Les leçons que Castoriadis a tirées de l'affaire évoquée en introduction sont pertinentes dans le contexte d'un espace public gé-

néraliste qui doit faire coexister des opinions hétérogènes, sans laisser place aux discussions illégitimes.

Le bon fonctionnement de la démocratie, affirme-t-il, demande un espace public où règnent responsabilité, honnêteté et contrôle réciproque. Mais ces vertus régulatrices se sont affaiblies avec l'extension du marché. Cette analyse de Castoriadis sur la déliquescence de l'espace public s'accorde avec ses vues sur la dynamique du capitalisme, qui sape les types anthropologiques qui ont rendu possible son existence (Castoriadis, 1996, p. 68). La société de marché détruit peu à peu les types anthropologiques, fonctionnaires loyaux, bourgeois économes, juges intègres, commerçants honnêtes, qui ont fait son essor. La soumission de la République des Lettres aux lois du marché produit justement les « conditions sociologiques et anthropologiques » de l'affaire Vidal-Naquet – BHL, comme du climato-scepticisme. Certains auteurs n'ont plus de sens de responsabilité, puisqu'ils répandent sans scrupules des contre-vérités. Pour que ces faux-monnayeurs fassent commerce dans les idées, il a fallu d'abord que celles-ci deviennent des marchandises, distribuées par des critiques au rôle de publicitaires. Il a fallu aussi que la confusion intellectuelle règne parmi le public.

Selon Castoriadis, les scientifiques des « disciplines spécialisées » avaient cependant réussi à maintenir l'*ethos* scientifique. C'est encore le cas aujourd'hui, où le processus de vérification des faits scientifiques fonctionne plutôt bien. Les chercheurs refont les calculs et les simulations : c'est la vérification des assertions par les pairs. Le processus de révision élimine les erreurs. Les erreurs et les approximations des climato-sceptiques ont été d'abord corrigées au sein de la sphère scientifique. Le problème du climato-scepticisme n'est pas la faillite de l'*ethos* scientifique au sein de la communauté des chercheurs. Les climato-sceptiques reprennent souvent des arguments déjà réfutés.

Les climato-sceptiques débordent au contraire les instances scientifiques (revues, colloques) et leurs procédures de production de la vérité. Ils contournent la communauté scientifique en s'adressant directement au public. En réalité, s'ils s'adressent directement au public (par les blogs et sites internet), ils passent leurs messages par les canaux traditionnels. Les journaux, magazines ou émissions télévisées ont été les caisses de résonance complaisantes des impostures climato-sceptiques. Les conditions de parole dans l'espace public font que le scientifique, prisonnier de sa déontologie qui lui commande de ne pas renoncer à la complexité de son sujet et de respecter scrupuleusement les faits, est une proie facile pour un orateur habile à caricaturer, simplifier, tromper. Démasquer certains sophismes ou mensonges exige du temps, de l'attention et une certaine formation critique que l'instruction publique⁸ n'a pas encore réussi à donner à tous les citoyens.

Dans ce sens, les réflexions de Castoriadis sur la dégradation de la fonction critique et la responsabilité des directeurs de publication sont capitales :

8. Au sujet du supposé complot juif ou capitaliste mondial, Schumpeter (1942, p. 84) écrivait : « Mon embarras ne tenait pas seulement au fait qu'il est toujours malaisé d'établir la fausseté de telle ou telle allégation formelle, mais surtout au fait que, étant privé de tous renseignements de première main sur les affaires internationales et leurs dirigeants, le public est également dépourvu de toute antenne pour sentir l'absurdité du comportement supposé. »

Le critique doit me dire si l’auteur invente des faits et des citations, soit gratuitement, ce qui crée une présomption d’ignorance et d’irresponsabilité, soit pour les besoins de sa cause, ce qui crée une présomption de malhonnêteté intellectuelle. Faire cela, ce n’est pas être un cuistre, mais faire son travail. Ne pas le faire, c’est abuser son public et voler son salaire. Le critique est chargé d’une fonction publique, sociale et démocratique, de contrôle et d’éducation. (Castoriadis, 1979).

Le critique devrait dire si les standards de rigueur et de franchise sont respectés par leurs auteurs. En ce sens la critique a failli face au climato-scepticisme⁹. Une étude (Painter et Ashe, 2012, p. 5–6) a montré que les points de vue climato-sceptiques se répandaient au travers des pages « Opinions ». On peut donc se demander si ces pages consacrées aux tribunes libres de personnalités extérieures au journal ne devraient pas être systématiquement accompagnées de mises au point par les rédactions. Ces mises au point, à la manière de la pratique en vogue du *fact-checking* des discours politiques, permettraient de corriger les mensonges, les non-dits, les propos évasifs ou non étayés concernant le changement climatique.

Toutefois, à la lueur de l’affaire Faurisson, on peut se demander s’il ne vaudrait pas mieux ne rien publier du tout... au risque de faire le jeu des climato-sceptiques qui se posent en victimes. La publication de la tribune de Faurisson dans *Le Monde* du 29 décembre 1978 était accompagnée d’une mise au point de deux historiens Olga Wormser-Migot et Georges Wellers (Chemin et Bacqué, 2012). Mais cette mise en regard, comme en équivalence, du texte de Faurisson avec les écrits d’historiens eut d’innombrables répercussions. Une brèche était ouverte. Pierre Vidal-Naquet (1987, p. 9) s’offusqua : « Imagine-t-on un astrophysicien qui dialoguerait avec un “chercheur” qui affirmerait que la lune est faite de fromage de Roquefort ? » La brèche est devenue béance, et les pires craintes de Vidal-Naquet se sont réalisées lors du “débat” à huis-clos entre climato-sceptiques et climatologues, organisé par l’Académie des Sciences le 20 septembre 2010.

Faudra-t-il l’équivalent d’une loi Gayssot, qui condamne les actes racistes, antisémites et xénophobes, pour réprimer les propos climato-sceptiques ? Une telle judiciarisation n’est assurément pas souhaitable, mais on ne dispose comme alternative que de laisser les faussaires s’exprimer. « Chacun peut rêver d’une société où les Faurisson seraient impensables, et même essayer de travailler à sa réalisation, mais ils existent comme le mal existe, autour de nous, et en nous. » (Vidal-Naquet, 1987, p. 84) On voit à quel point la société de marché est démunie lorsque l’*ethos* qui soutenait ses institutions est en voie de disparition. L’attitude à adopter face au climato-scepticisme renvoie à des débats essentiels sur la société de marché — d’aucuns diraient libérale — qui est devenue normativement neutre, y compris à l’égard de la vérité.

Pour l’instant, nous avons appréhendé le circuit qu’emprunte le discours climato-sceptique. Nous avons vu les intérêts variés et les motivations diverses qui expliquent la vague climato-sceptique. Il convient à présent d’analyser sur un plan logique la position des climato-sceptiques, en opposition à la défense des

9. Dans le cas français, deux quotidiens classés au centre-gauche, le *Monde* et *Libération* sont une exception notable, grâce aux journalistes Stéphane Foucart et Sylvestre Huet.

politiques climatiques. Cette analyse logique fera ressortir les mécanismes du discours climato-sceptique.

5.2 DES FAITS ET DES VALEURS DANS LES POLITIQUES CLIMATIQUES

Délimitons le champ de l'étude. Dans cette partie, un climato-sceptique est une personne qui doute du bien-fondé des actions pour limiter les émissions de gaz à effet de serre, actions appelées aussi politiques climatiques ; le climato-scepticisme est la position des climato-sceptiques, constituée des arguments qui étayaient ce doute. Bien que nous envisagions plus tard d'autres formes, nous nous intéressons dans cette première partie avant tout à la version négatrice de la nébuleuse climato-sceptique, c'est-à-dire à la contestation de l'existence du réchauffement climatique et de son caractère anthropique. Cette contestation invoque divers arguments, que la communauté scientifique n'estime guère sérieux ; elle va parfois jusqu'à falsifier les faits et truquer les références. L'auteur-phare de cette agitation, l'ancien ministre Claude Allègre, a même été jusqu'à retoucher des graphiques. Cet épisode cocasse gagne à être connu, tant, à défaut d'une critique de fond, il témoigne d'un manque de rigueur et d'honnêteté chez certains climato-sceptiques.

Claude Allègre (2010, p.48) a repris en effet les travaux d'un paléo-climatologue suédois, Hakan Grudd. Celui-ci a étudié les températures estivales de la Suède à partir des cernes d'arbres. La reconstitution de ces températures d'été du nord de la Suède est présentée par Allègre comme une courbe de « température », sans plus de précision, ce qui suggère qu'il s'agit d'une température globale, c'est-à-dire une température moyenne sur l'ensemble de la planète. Or les températures locales de l'été en Suède ne sont pas *a priori* représentatives de la température globale, car chaque climat local subit des influences particulières. Cette distinction est au cœur de l'identification du réchauffement climatique global puisque l'agrégation de toutes ces tendances locales rend difficile son appréciation. Allègre passe sous silence ces subtilités et complexités et assimile sans aucune rigueur scientifique l'une à l'autre. Comme si la délicate question du réchauffement pouvait recevoir une réponse aussi triviale, grâce à un simple relevé de température.

Pourtant, il y a pire. Tandis que la courbe originale de Hakan Grudd monte tout au long du ^{xx}e siècle, Claude Allègre, qui reproduit exactement la courbe avant 1900, atténue la pente de la courbe entre 1900 et 2000. Le truquage ne s'arrête pas là. La courbe de Grudd, qui s'appuie sur des données observées, s'arrête autour des années 2000, mais Allègre la prolonge par un trait descendant entre 2000 et 2100, pour renforcer l'illusion de la baisse ! Allègre peut prédire les températures futures grâce à son fantasme d'arrêt du réchauffement. Drôles de prédictions quand il répète qu'on ne peut prédire la météo, assimilée impudemment au climat, à plus de trois jours ! Tout au long de l'ouvrage, de nombreuses inexactitudes et falsifications ont été relevées (Foucart, 2010a ; Huet, 2010).

Le climato-scepticisme s'appuie aussi sur une remise en cause de la déontologie des climatologues qui collaborent au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Les médias l'ont abondamment relayée sous le nom de *Climategate*. La divulgation des courriels des chercheurs du centre de recherche d'*East Anglia* montrerait l'existence d'un grand complot ; en réalité, elle

rappelle surtout que le milieu scientifique est lui aussi traversé par des inimitiés. Quelques erreurs, regrettables, ont été montrées du doigt pour disqualifier l'intégralité du dernier rapport du GIEC ([Pachauri et Reisinger, 2007](#)), long de plusieurs milliers de pages. Les soupçons de fraude accusant le GIEC ont été écartés par de récents rapports ([Foucart, 2010b](#)), sans obtenir le même retentissement médiatique. Le climato-scepticisme joue donc à la fois sur des aspects scientifiques et sur des aspects politiques.

5.2.1 *Quatre propositions sur le changement climatique*

Pour appréhender les conditions de possibilité et de développement du climato-scepticisme, il faut mettre de l'ordre dans cette intrication du politique et du scientifique. Le climato-scepticisme n'est pas une querelle scientifique ; il doit être saisi dans un contexte politique. Thèse avant tout négative, il ne se comprend que par rapport à son antagoniste positif, les justifications des politiques climatiques. À rester sur le seul terrain des faits scientifiques, on se condamne à ne rien voir. Une étude du climato-scepticisme doit prendre comme point de départ la mise en évidence du réchauffement climatique et ses conséquences sociales et politiques. À un niveau très général, quatre propositions animent la mise en place de politiques climatiques. Cette formulation ignore les circonlocutions et précautions oratoires d'usage ; le rôle de l'incertitude est précisé en 5.2.2. Il ne s'agit pas de produire des énoncés sur l'état du climat, mais de se focaliser sur la structure des propositions¹⁰.

(Observation)	Il existe un réchauffement global de la Terre qui se traduit par des changements climatiques locaux.
(Cause)	Ce réchauffement est dû aux rejets par les activités humaines de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.
(Prospective)	La poursuite de ces rejets entraînera des bouleversements climatiques, d'une ampleur considérable.
(Action)	Il faut limiter les émissions anthropiques de gaz à effet de serre.

Ces quatre propositions appartiennent à des registres différents de connaissance ; leur établissement demande à chaque fois une méthodologie propre.

La première proposition relève de l'observation par les réseaux météorologiques. Il ne faudrait pourtant pas croire qu'il s'agit là d'un énoncé que l'on pourrait juger sur des faits bruts, comme le croient les climato-sceptiques. Les faits, quel que soit le domaine qu'ils concernent, sont construits par les scientifiques à partir de données, qui mesurent des grandeurs elles-mêmes construites.

10. Nous remercions Yves Gingras pour avoir suggéré une formulation en quatre propositions, plutôt qu'en 3 + 1 comme dans la version publiée ([Pottier, 2011](#)). Nous espérons que la présentation en est facilitée.

Les données, récoltées par des systèmes de mesure, sont ensuite interprétées au moyen de théories, élaborées dans un dialogue entre la pensée spéculative et les données du réel. Paul Edwards (2010) relate l'histoire de la mise en place des systèmes d'observation climatique. L'infrastructure de collectes de données s'est constituée progressivement, à partir d'instruments, d'appareillages et de modèles. Il faut constamment retravailler les mesures pour tenir compte des changements de protocole, des dérives des appareils, du calibrage des instruments. Il n'y a pas de données brutes car chaque mesure nécessite un traitement métrologique complexe (Edwards, 2012). Les données sont un mélange inextricable de mesures et de modèles. Le diagnostic d'un réchauffement global de la Terre nécessite une théorie pour que l'on donne du sens à la température globale. La mise en évidence du réchauffement repose en partie sur des mesures directes, depuis les années 1970 environ, qui doivent être elles-mêmes corrigées en fonction du vieillissement des instruments, de l'évolution de l'environnement proche (rôle de l'urbanisation par exemple), etc. Elle repose également sur des reconstructions du climat du passé, au moyen de mesures de rapports isotopiques dans les carottes de glace ou les sédiments, et de celles des cernes des arbres. L'interprétation de données conduit à la proposition (Observation) : en l'état actuel de la science, il existe un réchauffement global.

La deuxième proposition statue sur les causes de la première. Une fois que l'on a repéré un réchauffement global, on aimerait savoir ce qui en est la cause. Cette deuxième proposition repose principalement sur l'établissement de modèles reproduisant le climat passé. Les lois physiques (rayonnement, chaleur, transport des fluides) permettent de construire des modèles de circulation générale avec lesquels on peut calculer des variables climatiques. Ces modèles permettent de faire des modèles du climat passé en fonction de certains événements extérieurs, comme l'activité solaire ou les éruptions volcaniques. Les modèles climatiques ne peuvent pas faire correspondre le climat passé observé avec le climat passé modélisé sans la prise en compte du forçage radiatif dû à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Selon ces modèles, la cause du réchauffement global est donc l'augmentation des gaz à effet de serre, que l'on sait être d'origine humaine (par exemple par des mesures isotopiques du carbone). En l'état actuel de la science, le réchauffement global est d'origine anthropique. Contrairement à ce qu'affirment les climato-sceptiques sur l'indétermination intrinsèque des modèles climatiques, il n'existe pas de modèle alternatif qui étayerait une autre hypothèse.

La troisième proposition est un jugement prospectif, qui ne relève pas de la même épistémologie. Les diagnostics prospectifs, ou pronostics, sont des faits en devenir, proposés sur la base de modélisation des mécanismes d'évolution, d'hypothèses de comportement. La prospective couple des modèles prédictifs reposant sur les lois physiques avec des conjectures sur le développement technique, les transformations économiques ou les réactions politiques. L'établissement de cette troisième proposition repose sur deux ingrédients principaux :

1. *les modèles climatiques*, déjà utilisés pour identifier les causes du réchauffement, servent à déterminer les réactions du climat à une augmentation de la concentration des gaz à effet de serre. Ces réactions sont entachées d'incertitude car on ne dispose pas de suffisamment d'informations sur la

façon dont se comportent de nombreux mécanismes-clefs. D'un point de vue systémique, les boucles de rétroaction, positives ou négatives, sont imparfaitement connues.

2. *les modèles technico-économiques* servent à quantifier les émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines dans un scénario de laisser-aller. Les incertitudes principales dans un scénario de laisser-aller concernent les hypothèses de croissance économique, en particulier le rattrapage des pays émergents, ainsi que les hypothèses d'évolution endogène des systèmes techniques. Pour ces dernières, il s'agit de savoir à quel point les systèmes techniques, et en particulier le système énergétique, utiliseront spontanément moins d'énergies fossiles. Dans quelle mesure la décarbonation des économies sera-t-elle automatique ?

La quatrième proposition est une maxime d'action. Elle engage à effectuer une action sur le monde, tandis que les autres propositions décrivent des faits, éventuellement sur le mode potentiel dans le cas du jugement prospectif. Les trois premières propositions énoncent des jugements de réalité, des diagnostics : elles relèvent de la science, qui nous renseigne sur l'être, la nature des choses. La dernière prescrit une action : elle est un jugement de valeur et relève de la morale qui nous apprend le devoir-être ou le devoir-faire. La proposition (Action) ne découle pas des autres propositions factuelles. Elle ne peut en rien être étayée de manière scientifique mais repose sur un jugement normatif, moral. Pour passer des unes à l'autre, il faut un système moral qui nous enseigne que faire en fonction du contexte factuel. Le système moral, ou plus simplement la morale, est un système de règles de conduite et de justifications. Nous le prenons dans un sens général et empirique. Ce terme regroupe ce que les philosophes séparent parfois entre *Moralität* (morale objective abstraite) et *Sittlichkeit* (morale subjective concrète). Notre argumentation ne requiert pas ce niveau de détail.

Un système moral déduit d'un diagnostic une action. Depuis une rive, Paul voit Jean se noyer dans un fleuve. Le jugement de réalité « Jean se noie » entraîne, dans un certain système moral, le jugement de valeur « Jean doit être sauvé » et la prescription d'action « Paul doit se jeter à l'eau pour l'aider ». Pour prescrire une action, le système moral s'appuie notamment sur une part prospective du diagnostic : une fois admis que « Jean se noie » — ce qui comporte d'ordinaire une part subjective d'appréciation, mais ce qui peut être objectif si Jean a crié « au secours ! je me noie ! » —, il valorise la survie de Jean et cherche à entrevoir les conséquences futures des actes de Paul : que se passe-t-il si Paul se jette à l'eau ? Le fleuve est-il agité ? Paul est-il suffisamment bon nageur ? De cette évaluation des actions possibles découle le jugement normatif « il faut que Paul se jette à l'eau pour sauver Jean ». Ensuite vient l'action proprement dite.

On peut faire deux objections à ce schéma, qui articule connaissance (Observation et Cause), évaluation des conséquences (Prospective), préconisation d'action (Action) qui découle d'un système moral non spécifié. La première concerne l'antériorité du jugement normatif sur l'action, la seconde l'antériorité de la connaissance.

Notre schéma est une façon proprement philosophique d'envisager le processus de décision. Des experts en psychologie trouveraient vraisemblablement le

schéma irréaliste. Dans de nombreux cas, l'action est une impulsion et précède le jugement normatif. De nombreuses personnes agissent « par instinct », sans passer consciemment par une phase d'évaluation des conséquences (on trouvera des exemples dans Terestchenko (2005)).

Le découpage des propositions sur un mode logique est sans doute contestable sur le plan du réalisme de la décision individuelle mais il permet d'appréhender efficacement le problème climatique. Celui-ci nécessite en effet une décision politique qui intervient après délibération du corps social. Le schéma proposé nous paraît utile pour en rendre compte, même si il fait l'impasse sur le passage du jugement normatif à l'action proprement dite. Dans le cadre du changement climatique, le jugement normatif est un préalable à l'action collective.

Latour (2012, p. 248) fustige l'idée que « l'action *suit* immanquablement la connaissance ». Pour lui, « l'action et la connaissance vont de pair ». C'est une remarque judicieuse. À la manière de Diogène le cynique, le mouvement se prouve en marchant. La découverte du changement climatique s'est bien effectuée suite à l'action des hommes qui ont lancé une « expérience géophysique inédite »¹¹. L'action d'émettre des GES par la combustion de ressources fossiles apporte une connaissance de certains mécanismes du climat¹². La connaissance collective sur le climat est produite simultanément avec une myriade d'actions non coordonnées qui émettent des GES.

Mais la situation est différente dans le cadre de la lutte contre le changement climatique, où l'action est bloquée. Les actions de réduction d'émissions de GES ne se produisent pas spontanément. En l'absence d'intérêt à agir pour les acteurs, aucune action n'est entreprise. L'action contre le changement climatique est une déviation par rapport aux actions courantes des acteurs. Pour qu'elle puissent être entreprise, elle suppose la mise en place d'une coopération entre les différents acteurs. Sans cette coopération, on retrouve le problème du passager clandestin : nul n'a intérêt à agir contre le changement climatique pour des bénéfices qui reviendront à tous, y compris à ceux qui n'agissent pas. Les négociations internationales achoppent actuellement sur cette mise en place d'une structure de coopération pour la réduction des GES. Pour l'action, cette structure est l'élément-clef.

L'accord des parties nécessaire à la mise en place d'une telle structure ne peut être fondé que sur la connaissance du changement climatique et de ses causes. La mise en place d'une coopération internationale suppose la connaissance et l'évaluation du bien-fondé de l'action. Pour la politique de réduction des GES, la connaissance du changement climatique précède donc l'action.

En revanche, une fois que la structure de coopération est en place, et qu'un accord a été trouvé, alors on peut ensuite envisager que connaissance et action aillent de pair. En effet, pour réduire les incertitudes futures, et notamment les incertitudes de la prospective sur les coûts, l'action, c'est-à-dire un engagement de moyens dans des techniques de réduction des émissions, marche de conserve avec la connaissance de ces techniques. Les acteurs peuvent explorer les diverses

11. Selon l'expression de Revelle et Suess (1957, p. 19), cf. 4.1.1.

12. C'est la raison pour laquelle dans les modèles économiques où l'agent apprend des informations sur le climat, il est préférable de laisser s'accumuler les émissions dans un premier temps pour recueillir plus d'informations (Kelly et Kolstad, 1999).

pistes de réduction et fournir ainsi une connaissance qui manque aujourd'hui cruellement à la prospective. Mais il faut auparavant qu'aient été mises en place les incitations pour cette exploration. Notre schéma paraît donc valide pour comprendre la formation des structures de coopération qui sont actuellement débattues dans le cadre international.

Le schéma d'analyse étant précisé, nous pouvons passer à l'analyse du discours climato-sceptique.

5.2.2 *L'incertitude de la prospective dans le passage du positif au normatif*

Quel est le rôle de l'incertitude affectant les propositions (Observation), (Cause) et (Prospective) sur la proposition (Action) ?

Dans les deux premières propositions (Observation) et (Cause), nous avons mentionné l'« état actuel de la science ». Cette expression fait référence à un certain ensemble d'interprétations et de données existantes. Cet ensemble de propositions est sujet à un certain type d'incertitude, au risque d'être réfuté. On ne peut exclure le risque que de nouvelles découvertes, de données ou d'interprétations, rendent caduques les interprétations aujourd'hui acceptées. Pour autant cette incertitude n'est pas dérangeante, car aucun énoncé scientifique ne peut échapper à ce risque. Le risque de réfutation s'interprète facilement dans les termes de l'épistémologie de Karl Popper. Pour Popper, un énoncé, c'est-à-dire une interprétation de certaines données, est scientifique à partir du moment où il est réfutable, c'est-à-dire susceptible d'être infirmé par de nouvelles observations. Est vrai ce qui n'a pas encore été réfuté, autrement dit ce qui est pour l'instant vrai risque toujours de sombrer dans le domaine du faux ; la réfutabilité constitue une propriété inhérente aux énoncés scientifiques.

Il nous faut accepter qu'une proposition scientifique puisse être remise en question par de nouvelles avancées de la connaissance. Toutefois notre action ne peut que reposer sur cet ensemble limité de connaissances disponibles au moment où la décision est prise. C'est la raison pour laquelle la réfutabilité, le doute à l'égard du savoir constitué ne sont pas pertinents pour l'action. On ne s'abstient pas d'employer des moyens de communication électro-magnétique sous prétexte que des particules supra-luminiques pourraient exister et perturber les communications.

L'évaluation de notre action, de son bien-fondé ou de sa nécessité, — qui s'effectue par l'intermédiaire d'un système moral — est irrémédiablement conditionnée par l'état actuel de notre savoir qui fournit les jugements de réalité. A contrario, il serait irresponsable de ne pas tenir compte de notre savoir dans notre décision d'action, sous prétexte qu'il pourrait être réfuté. Nous ne disposons pas de meilleures informations que celles fournies par la science contemporaine de notre décision, celle-ci est la seule pierre de touche sur laquelle un système moral peut bâtir une prescription normative.

L'incertitude qui touche la proposition (Prospective) est différente de la réfutabilité discutée à l'instant ; elle est liée à l'impossibilité de prévoir le futur des sociétés humaines. En conséquence, les faits prospectifs, organisés autour de scénarios, ne sont que des éclairages cohérents sur des futurs possibles. Leur statut de scientificité est différent de celui des faits scientifiques universels, des « lois »,

ou des interprétations de phénomènes particuliers passés. Pourtant la prospective permet le passage de la morale à l'action elle-même, de l'impératif abstrait universel à sa déclinaison particulière en acte. Il est en effet crucial, du moins dans une perspective conséquentialiste, de connaître le mieux possible les conséquences de nos actes pour agir. Les faits prospectifs sont l'étape mentale nécessaire par laquelle notre action dans le monde devient l'objet de notre système moral.

L'incertitude qui touche nécessairement la prospective est alors particulièrement fâcheuse dans un contexte de décision politique. Les hésitations qu'elle provoque avaient été parfaitement comprises par Hans Jonas ; un long paragraphe de son ouvrage *Le principe responsabilité* analyse remarquablement comment l'incertitude relâche le lien entre les faits et l'action normative. Il mérite d'être reproduit ici dans son intégralité.

Toutefois le caractère incertain des projections d'avenir qui n'est pas nuisible à la doctrine des principes devient une faiblesse sensible là où elles doivent jouer le rôle des pronostics, à savoir dans l'application pratique-politique (qui de manière générale, comme nous le verrons encore, est la partie la plus faible du système, non seulement du point de vue théorique, mais également du point de vue opératoire). Car dans ce cas la représentation de l'effet terminal doit entraîner la décision relativement à ce qu'il faut faire ou renoncer à faire maintenant et l'on exige déjà une certitude considérable de la prédiction si l'on doit renoncer à un effet à court terme souhaité et assuré au bénéfice d'un effet à long terme qui de toute façon ne nous concernera plus. Sans doute dans les cas réellement importants l'ampleur de l'effet à long terme non désiré dépasse-t-elle à ce point celle de l'effet à court terme que cela compense bien des différences dans le degré de certitude. Pourtant le caractère « simplement possible » des projections qui est inséparable de la faiblesse théorique de tous les procédés d'extrapolation disponibles en ce domaine devient facilement mortel, car il signifie naturellement qu'un autre résultat est également possible — et qui ne pourrait pas dire « tout aussi possible » ? — et alors à chaque fois l'intérêt, le parti pris ou l'opinion peuvent sélectionner dans le projet qui de toute façon a leur faveur le pronostic le plus bénin parmi tous ceux qui sont possibles ou les congédier tous à la faveur de la décision agnostique que de toute façon nous ne savons pas assez pour sacrifier le connu à l'inconnu et par ailleurs s'en tenir au fait qu'en « cours de route » nous (c'est-à-dire ceux qui viennent plus tard) verrons ce que cela donne. Mais ainsi les intuitions que la casuistique [ici la prospective] aura éventuellement acquises sont privées de leur application à temps en raison du caractère non probant des pronostics et les plus beaux principes sont condamnés à rester stériles, en attendant qu'il soit peut-être trop tard. (Jonas, 1979, p. 53-54, II.1.8)

Jonas montre bien que le caractère « simplement possible » de la prospective offre une latitude pour privilégier l'option qui dérange le moins les intérêts établis ou l'opinion commune. Cette incertitude de la prospective est une incerti-

tude irréductible mais signifiante ; elle se répercute sur la nature de la décision à prendre. Se dispenser d'agir au prétexte que l'incertitude est trop forte est une faute logique. L'attente ne réduit pas forcément l'incertitude, et l'absence de décision est encore une action ; la prolonger indéfiniment revient à conclure un pacte faustien avec le climat, dont on ne pourra se désengager. L'action en incertitude prend nécessairement la forme d'un processus séquentiel (Hourcade, 1994a) qui intègre l'incertitude et les gains d'information.

L'analyse des propositions synthétisant l'argumentation contre les émissions de gaz à effet de serre nous a conduit à opérer entre elles plusieurs distinctions. La première isole la proposition (Action) comme une proposition normative, nécessairement adossée à un système moral. La seconde différencie l'incertitude parmi les trois premières propositions : (Observation) et (Cause) sont soumises au risque de réfutation qui est inhérent à leur statut d'énoncés scientifiques, tandis que (Prospective) est entachée d'incertitude de par l'évolution non-déterministe du monde : elle ne peut être qu'une exploration cohérente du monde des possibles, des futuribles (futurs possibles).

La contestation des propositions (Observation) et (Cause) ne peut se faire que sur le terrain scientifique. Leur évaluation doit être conduite dans le cadre des procédures propres à la science, avec soumission d'articles, reproductibilité des preuves, évaluation par les pairs. La contestation est sur ce terrain inexistante. À l'opposé des allégations des climato-sceptiques, les sources scientifiques sont unanimes (Oreskes, 2004). Les assertions climato-sceptiques sur ces points sont des reprises d'arguments déjà réfutés.

La proposition (Prospective) réclame en revanche des procédures particulières. Il n'existe pas de bon critère pour disqualifier des scénarios prospectifs. Trancher entre différents futuribles n'aurait d'ailleurs que peu de sens. Un débat franc doit être ouvert sur les faits prospectifs, en conjonction avec les discussions sur les prescriptions d'action. Les hypothèses des modèles doivent être exposées de manière transparente, et pouvoir être discutées. Il faut entrer dans le détail des modèles utilisés pour la construction des prospectives, séparer les prédictions issues des mécanismes physiques et les hypothèses d'évolution socio-économique. Les citoyens doivent ouvrir la boîte noire de la prospective pour mieux l'articuler aux prescriptions issues de leur morale. Le travail d'élaboration et de discussion doit donc porter principalement sur la proposition (Prospective), de par sa nature moins assurée que les propositions (Observation) et (Cause), qui relèvent de sciences à l'épistémologie bien affermie.

La participation du public, en élargissant l'exploration des possibles, est bénéfique dans l'élaboration de la prospective. Les procédures participatives, d'hybridation des savoirs entre le public et les scientifiques, comme celles décrites par Callon et al. (2001), nous paraissent pertinentes pour la prospective. La plupart des situations analysées par Callon et al. (2001) tombent dans cette catégorie : le public révèle des scénarios plausibles que les scientifiques n'avaient pas imaginés. Les scientifiques ne sont non plus inutiles dans cette procédure. Ils peuvent discuter sur un pied d'égalité avec le public au sujet de l'exploration des possibles, mais ils sont les seuls à pouvoir dire si les scénarios ainsi construits sont cohérents et à pouvoir à rendre explicites les hypothèses qui sous-tendent ces

modèles. Les modèles prospectifs agissent comme des filtres entre des futurs farfelus et des futurs cohérents.

En ce qui concerne la proposition (Action), elle doit être discutée sur le plan qui est le sien, à savoir sur le plan moral. Les débats doivent porter sur les jugements de valeur qui transforment les trois premières propositions en action contre les émissions de gaz à effet de serre. Il s'agit d'un niveau proprement politique où l'argumentation porte sur les valeurs. Les scientifiques devraient être en retrait, et le public avoir le premier rôle. La délibération du public sur un sujet précis est le deuxième pan des situations étudiées par [Callon et al. \(2001\)](#). Ce type de débat public ne recherche plus l'hybridation entre le public et les scientifiques, mais relève plus de la participation du public à la prise de décision politique. En termes économiques, il s'agit de révéler les préférences du public sur un sujet, ou, dans les termes de notre discussion, il s'agit de s'accorder sur un système moral pertinent pour l'action.

La contestation des politiques climatiques dans un cadre public est légitime lorsqu'elle porte sur l'incertitude de la prospective, c'est-à-dire *in fine* sur la vision du futur sous-tendue par les scénarios prospectifs et sur la morale qui prescrit l'action. La prise de décision démocratique bénéficierait, d'une part, de l'explicitation des hypothèses de la prospective et de la construction de scénarios alternatifs, phase pendant laquelle les scientifiques interviennent pour une mise en cohérence, et d'autre part, d'un débat sur les valeurs qui engagent à l'action, phase pendant laquelle les scientifiques n'ont pas à intervenir en tant que tels.

5.2.3 *La confusion climato-sceptique entre diagnostics et prescriptions*

Face à cet ensemble de propositions, les climato-sceptiques adoptent une stratégie étrange. Ils contestent surtout les propositions (Observation) et (Cause) en se plaçant sur un terrain qui n'est pas scientifique mais socio-politique. En effet, leurs attaques portent sur la sociologie du GIEC et sa prétendue absence de déontologie. De plus, les climato-sceptiques font semblant de se positionner dans les arènes scientifiques, alors qu'ils se placent dans l'espace du débat public politique, avec des méthodes contraires à l'esprit scientifique. Comme le dit Olivier [Godard \(2010a\)](#), les climato-sceptiques sont des sophistes qui s'auto-proclament défenseurs de la science tandis que leurs pratiques bafouent la discipline scientifique. De la contradiction entre les discours et les actes, on peut seulement déduire que les climato-sceptiques ne sont pas motivés par la recherche de la vérité scientifique comme ils le prétendent. Ils montent en épingle l'incertitude liée à la réfutabilité des énoncés scientifiques et provoquent un débat stérile, car extra-scientifique, sur la qualification des faits observés comme réchauffement climatique d'origine anthropique.

Il est toujours délicat d'imputer des motivations à des individus, car les motivations sont par nature inobservables. Des indices peuvent néanmoins mettre sur la piste. Olivier [Godard \(2010a, p. 33\)](#) cite le cas de François Ewald qui défend Claude Allègre. Sur le site internet de l'institut Turgot, il donne pour titre à sa prise de position : « le combat autour de Claude Allègre est un combat libéral ». Il faut comprendre que la réduction des émissions de GES passe par une législation qui limiterait la liberté d'entreprise. Le changement climatique

donne donc aux États des opportunités pour réguler l'activité économique, ce qui serait « anti-libéral ». La motivation d'Ewald n'est donc vraisemblablement pas scientifique mais politique. Elle ne porte pas sur les énoncés (Observation), (Cause) ou (Prospective), mais sur l'énoncé (Action). (Action) a des conséquences « anti-libérales, c'est pourquoi » le changement climatique n'existe pas.

Un autre exemple explicite d'acteur avouant sa motivation se trouve de l'autre côté de l'Atlantique. James Inhofe, sénateur républicain de l'Oklahoma, est un grand pourfendeur du changement climatique qu'il qualifie de « greatest hoax » (canular maximal). La journaliste Rachel Maddow de la chaîne MSNBC l'interroge le 15 mars 2012 sur le réchauffement climatique, dont elle affirme l'existence. Inhofe répond : « I was actually on your side of this issue when I was chairing [the Senate Environment] committee and I first heard about this. I thought it must be true until I found out what it cost. » Il faut comprendre que les coûts de l'action, trop importants aux yeux de Inhofe, infirment l'existence du réchauffement climatique.

Ce poids des positions politiques est présent dès le début des discussions sur l'effet de serre. Chetouani (2007) restitue les aspects de la controverse de la fin des années 1980 à 2006. Selon son analyse sémantique, les distinctions s'effectuent davantage sur le plan politique que sur le plan scientifique. La contestation sur le terrain scientifique est surtout le fait de deux individus, Claude Allègre et Haroun Tazieff. Une analyse plus récente sur les journaux français (Aykut et al., 2012) confirme la faiblesse de la contestation scientifique. Après une phase de stabilisation, la controverse reprend en 2009 sur une base qui doit peu aux acteurs scientifiques. L'arrivée d'une phase polémique marquerait ainsi un renouvellement des acteurs chargés du cadre médiatique, car le sujet est sorti de son champ strictement technique pour devenir un sujet de société.

Nous verrons plus loin (5.1.1) de nombreuses raisons pour lesquelles l'(Action) peut déranger certains individus et provoquer une réaction politique. Retenons à ce stade que le but des climato-sceptiques n'est pas d'infirmer l'existence du réchauffement climatique, mais de contester la proposition (Action). C'est du moins une hypothèse raisonnable que l'on peut faire et qui éclaire singulièrement l'agitprop climato-sceptique. Cependant si le but du climato-scepticisme est d'infirmer (Action), pourquoi revêt-il majoritairement cette forme spécifique qui fait le détour par l'attaque des faits ?

Il faut reconnaître que les scientifiques n'ont pas forcément distingué dès le début les diagnostics scientifiques des prescriptions normatives ; ils n'ont pas toujours précisé avec une scrupuleuse exactitude ce qui relevait de la science et ce qu'ils déduisaient des faits scientifiques via leur morale personnelle. Plus encore, les mouvements écologistes, qui ont repris à leur compte les résultats des recherches et les ont portés sur la place publique en fonction de leur agenda politique, ont semé le doute dans les esprits. Les scientifiques ont encouragé cette reprise politique de leurs découvertes, qui diffusait largement leurs recherches. Les sciences de la complexité, de la vie et de la Terre sont ainsi passées pour des sciences « écolos ».

L'ambiguïté des débuts entre les faits découverts par les scientifiques et les prescriptions d'action, sujettes à débat politique, a créé les conditions favorables pour un discours qui assimile les faits scientifiques à un programme politique

et présente la science du climat comme une science aux mains des « écolos ». La généalogie de la discipline montre à quel point cette vision est erronée (Doel, 2009). Intéressés par les zones polaires, les militaires américains encouragèrent le développement des sciences de l'environnement physique, et contribuèrent en partie à la découverte du réchauffement climatique. Par contraste, les préoccupations des écologistes sur la pollution et la disparition des espèces se rattachaient plutôt aux sciences écologiques et à la biologie, comme le symbolise *Printemps silencieux* de Rachel Carson (1962). Le changement climatique a également bouleversé les partis-pris des écologistes (voir 5.3.3). L'illusion rétrospective, commode, qui consiste à considérer le changement climatique comme une création des écologistes, ne reflète en rien l'origine des contributions à sa découverte.

Cette confusion entre la science et la morale en rappelle une autre, celle des débuts de la théorie de l'évolution¹³. Avec son ouvrage *De l'origine des espèces*, Darwin étayait l'idée de l'évolution des espèces, il faisait de la sélection naturelle le moteur de cette évolution. Cette idée entraînait en résonance avec la théorie de l'évolution de Spencer¹⁴. Ce dernier se fit le propagateur du darwinisme social qui érigeait en norme morale la « survie des plus aptes ». Pour la même raison, des scientifiques comme Galton défendirent l'eugénisme.

Cela offusqua un curieux personnage de l'histoire politique américaine, William Jennings Bryan, réformateur et populiste, grand orateur démocrate, auteur de nombreuses campagnes progressistes¹⁵. Bryan était sceptique sur la théorie de l'évolution, car il y voyait la légitimation de l'oppression des faibles par les forts. Il s'engagea résolument contre elle lorsqu'il apprit, pendant la Première Guerre mondiale, que les officiers allemands concevaient leur peuple comme le sommet de l'évolution, et la guerre comme le moyen de montrer la naturelle supériorité allemande. Par opposition à cette idéologie sordide, Bryan défendit le créationnisme et demanda, au nom du pacifisme et de la démocratie, l'interdiction de l'enseignement de la théorie de l'évolution. Il perdit cette ultime bataille politique. La réaction de Bryan témoigne d'un problème réel : la dérivation de principes moraux à partir de faits scientifiques n'est jamais légitime. Face au paralogisme du darwinisme social, Bryan s'attaqua cependant à une cible erronée ; son combat ne pouvait que conduire à un échec. De la même façon, les climato-sceptiques, motivés par la négation des politiques climatiques contestent vainement la vérité des faits scientifiques sur lesquels ces politiques s'appuient.

Expliquer la forme négatrice du climato-scepticisme par un brouillage initial entre les diagnostics et la prescription, ne saurait suffire. En effet, une séparation plus nette entre les arguments scientifiques et leurs reprises écologistes n'a pas été de nature à apaiser le débat. Au contraire, celui-ci devient plus enflammé à mesure que s'accroît la médiatisation du changement climatique. Loin de contribuer à distinguer clairement les diagnostics et les actions à entreprendre, les

13. Cette histoire et son interprétation sont tirées de Gould (2000, p. 140–157) ; voir aussi Gould (1993a).

14. Spencer avait conçu et publié ses idées sur l'évolution (que l'on appellerait darwinisme social) peu avant Darwin. C'est après la lecture de Darwin qu'il forgea l'expression de « survie des plus aptes » pour résumer le mécanisme de sélection naturelle, ce qui lui donnait une tonalité que Darwin n'appréciait pas.

15. Il est connu chez les économistes pour ses positions contre l'étalon-or (Galbraith, 1994).

discours des climato-sceptiques entretiennent l'amalgame. Ils répandent l'idée que les diagnostics sont déjà des jugements de valeur, au lieu d'établir que les prescriptions sont, elles, bien des jugements de valeur et non des jugements de fait comme le voudraient certains écologistes.

Si les climato-sceptiques souhaitent mettre fin au brouillage des faits et des normes, ils devraient être irréprochables sur cette distinction. Ils pourraient alors s'appuyer sur une autre proposition de (Prospective) ou sur une discussion des jugements moraux qui induisent l'(Action). Bien au contraire, ce n'est pas la stratégie majoritairement suivie, qui se focalise sur les propositions scientifiques (Observation) et (Cause). Pourquoi ?

Les climato-sceptiques qui ne nient pas le réchauffement climatique font face à deux possibilités seulement : rentrer dans la discussion de la prospective ou contester les jugements moraux sur lesquels s'appuie (Action). *A priori* la voie la plus simple, sur un plan conceptuel, est la deuxième solution : le hiatus irréductible entre les faits et la norme devrait rendre aisée la dérivation de propositions normatives alternatives à (Action) à partir des propositions précédentes, factuelles. Or il n'en est rien.

Nous sommes alors conduit à l'hypothèse suivante : la majorité, sinon la totalité, des systèmes moraux en cours en Occident déduisent des prémisses factuelles la prescription (Action). Autrement dit, les croyances et les options morales de chacun établissent nécessairement l'exigence d'action contre le changement climatique, au regard des faits scientifiques connus ; aucun système moral ne prescrirait qu'il est urgent de ne rien faire. La déduction via le système moral est tellement évidente qu'elle n'est pas discutée. Dans un ouvrage de synthèse sur le climato-scepticisme (Zaccai et al., 2012a), ce lien n'est jamais mis en avant, et les problèmes moraux ne sont jamais pris en compte dans l'explication du climato-scepticisme. Les directeurs écrivent même : « dès l'instant où s'est formé un consensus scientifique autour de la réalité du changement climatique, s'est aussi imposée la nécessité d'agir. » (Zaccai et al., 2012b, p. 23)

Cette hypothèse paraît vraisemblable, au niveau général qui est le nôtre ; des différences entre les systèmes moraux apparaîtraient sûrement si l'on considérait les détails, en particulier le rythme et l'ampleur de l'action, sans remettre en cause notre hypothèse d'un accord de principe sur la nécessité d'une action. Dans le cadre de ce système moral *a minima* qu'est l'utilitarisme¹⁶ de l'économie, l'action privilégiée est une action progressive, au départ de faible ampleur (Nordhaus, 2008) ; mais même une action vigoureuse peut être défendue, comme le fait le rapport Stern (2006).

La force de la morale expliquerait ainsi les voies particulières empruntées par le climato-scepticisme. D'après notre hypothèse, la logique de contestation des climato-sceptiques n'aurait comme seule voie que la négation pure et simple du changement climatique ou la discussion des scénarios prospectifs. Il serait infructueux pour quiconque voudrait contester (Action) de brandir comme argument le hiatus logique entre les diagnostics et la prescription, puisque chaque

16. On regroupe parfois sous ce terme à la fois l'hédonisme égoïste, où chacun cherche à maximiser son utilité, et l'hédonisme utilitariste, où l'on cherche à maximiser la somme des utilités de tous (« le plus grand bonheur du plus grand nombre »). C'est cette dernière acception que nous retenons ici.

système moral, dont le rôle est bien de fournir des prescriptions d'action pour une situation donnée, établirait de lui-même la dérivation entre l'(Observation) et la (Cause) relevées et la prescription d'(Action), par l'intermédiaire de la (Prospective). Ne pouvant s'opposer à l'(Action) au seul niveau valable, celui de la discussion morale, et ne souhaitant pas entrer dans les détails du débat politique qui s'articule autour des scénarios prospectifs, les climato-sceptiques se rabattent donc sur la négation des faits. Beaucoup plus économe que la remise en cause des systèmes moraux, la négation des prémisses (Observation) et (Cause) est une manière efficace et pratique de ne pas avoir à faire face à la prescription (Action).

Notre hypothèse entraîne donc l'existence d'un lien entre (Action) et reconnaissance du réchauffement et opposition à (Action) et négation du réchauffement. Elle est cohérente avec l'évolution des sceptiques, qui modèrent l'importance du réchauffement sans donner pleinement dans la pure négation, à la manière de Bjørn Lomborg. Celui-ci se fit connaître en 2001 avec son livre *The Skeptical Environmentalist*, dans lequel il critiquait, à partir d'arguments statistiques, le catastrophisme des écologistes et montrait au contraire l'amélioration générale de l'état du monde. Concernant le réchauffement climatique, la réserve de Lomborg¹⁷ s'appuyait sur une remise en cause des scénarios prospectifs puisqu'il privilégiait pour sa part des scénarios surestimant les coûts de l'atténuation et sous-estimant les dommages. Aujourd'hui, Lomborg (2010) reconnaît la réalité du changement climatique anthropique mais propose des actions alternatives : une recherche sur la géo-ingénierie, une taxe carbone faible, une implantation différée des énergies renouvelables. La critique des politiques climatiques ne passe donc pas nécessairement par la négation du changement climatique. La trajectoire de Lomborg, par exemple, s'articule plutôt autour d'une discussion (qui, dans son cas, se dissimulait derrière de prétendus arguments statistiques) sur la prospective, puis d'une modulation des actions à effectuer, conformément à ce que nous avançons. Lomborg choisit la voie délicate de la discussion de la (Prospective) plutôt que la négation inconditionnelle du réchauffement.

L'évolution en sens inverse de Christian Gerondeau corrobore aussi cette analyse. En 2007 dans *Écologie, la grande arnaque*, il ne contestait pas le bien-fondé des politiques climatiques mais argumentait surtout sur les mesures à prendre, qu'il jugeait pour la plupart trop coûteuses et dénuées d'effet. Il considérait que la France, à cause du « politiquement correct écologique », faisait fausse route en la matière, et proposait que la politique climatique française fût « axée sur nos deux domaines d'excellence : la production nucléaire de l'électricité et la faible consommation de notre parc automobile » (Gerondeau, 2007, p. 156). Il rentrait dans le débat public en discutant l'opportunité des actions en fonction de divers présupposés d'évolution socio-technique ; il se situait bien au niveau de la (Prospective). Le changement climatique était reconnu comme une réalité et un problème important (Gerondeau, 2007, p. 31, p. 55 et surtout p. 147).

En 2009, la publication de *CO₂ un mythe planétaire* marque un revirement. Sur la base de considérations empiriques sur la quantité de combustibles fossiles dans le sol, Gerondeau exclut alors toute possibilité de conduire une politique clima-

17. Voir l'analyse critique de Godard (2002). Hourcade et Journé (2003) s'interrogent aussi sur l'utilisation médiatique du livre de Lomborg.

tique. Le refus de la politique climatique le pousse alors à fortement relativiser l'existence du changement climatique, conformément à notre hypothèse. Après avoir rappelé que les écologistes s'appuient sur les diagnostics, il énonce en « corollaire implicite » (Gérondeau, 2009, p. 74) la responsabilité ou la culpabilité de l'homme. Ainsi, au lieu d'exhiber le hiatus normatif, même un climato-sceptique accepte la dérivation de l'(Action) à partir des prémisses d'(Observation) et de (Cause), en accord avec notre hypothèse de l'universalité morale de l'obligation d'action. Parce qu'il refuse les politiques climatiques, il est conduit, conformément au schéma avancé, à réfuter les prémisses de diagnostic qui fondent l'injonction morale. Son chapitre 2 est ainsi consacré à la négation de l'existence du réchauffement climatique, présenté comme une manigance des écologistes. Il renverse jugement de fait et jugement de valeur et s'attache à démontrer que les diagnostics sont déjà des prises de position car la science du climat a été noyautée par les écologistes. Il confond donc critique socio-politique et scientifique sur la base d'un refus des politiques climatiques.

L'évolution de Gérondeau illustre bien les deux mouvements que nous avons mis en avant chez les climato-sceptiques : la négation de la réalité du changement climatique comme conséquence du refus de la politique climatique, l'inversion des diagnostics en jugement de valeur. Rappelons que les seules contestations logiquement admissibles sont la modulation des politiques climatiques à partir de la discussion des scénarios prospectifs, ou bien le refus de dérivation par un système moral de la prescription à partir des faits, propositions qui ne se situent pas sur le même plan normatif. Nous avons émis l'hypothèse qu'à l'intérieur des systèmes moraux existants, ce refus n'est pas valide.

L'acharnement des climato-sceptiques à contester le moindre fait scientifique ne traduirait donc que le sentiment d'être acculé à adopter une conclusion normative qu'ils se refusent à accepter.

La pente naturelle du discours climato-sceptique, qui consiste à infirmer le diagnostic plutôt qu'à contester de front les prescriptions politiques, lui confère en retour une remarquable efficacité rhétorique. La stratégie de remise en cause des faits est en effet extrêmement destructrice, elle instille le doute dans un réseau de faits complexes à appréhender ; en définitive, elle sape les fondements sur lesquels s'édifie le débat démocratique à propos de la politique climatique. En faisant porter la charge de l'attaque sur le point initial du raisonnement, le discours climato-sceptique fait tomber par effet domino les actions à entreprendre qui ne sont légitimées que par les faits observés. L'étendue des dégâts est d'autant plus vaste que les citoyens ne peuvent avoir une connaissance intime et directe des faits climatiques mais doivent faire confiance aux scientifiques et à leurs relais, qui sont justement la cible privilégiée du discours climato-sceptique.

Nous voici au bout de notre exploration des raisons du climato-scepticisme. Le climato-scepticisme exacerbe la confusion entre diagnostics et prescription qu'il aurait pu contribuer à clarifier. Sa stratégie d'amalgame et de désinformation, menée à coup de formules exprimant un faux bon sens, acquiert toute sa puissance dans l'arène des médias de masse. Son effet direct est de faire régresser le nécessaire débat de société sur la question climatique au niveau d'une querelle d'experts. La perception des enjeux contemporains par le citoyen est entravée, au profit des intérêts que fragiliserait une lutte contre les émissions de gaz à effet

de serre. La prise de conscience du changement climatique a marqué un temps d'arrêt en Europe, elle a même reflué aux États-Unis. La campagne de dénigrement du GIEC à l'automne 2009 a sans doute contribué à l'échec de la conférence de Copenhague. Des faits établis scientifiquement se transforment dans l'espace public en un galimatias sur lequel aucune politique ne peut être fondée. Dès lors, sans même nous heurter aux problèmes métaphysiques de la temporalité de l'action, « nous ne croyons pas ce que nous savons » (Dupuy, 2002).

5.3 AUX ORIGINES D'UN ANTAGONISME

Dans la première partie, nous avons rencontré les principaux acteurs du climato-scepticisme et les principales raisons qui expliquent son succès, auprès des élites économiques comme du public. Dans la deuxième, nous avons vu que le dénigrement de la science et le rejet de l'existence du réchauffement climatique pouvaient s'expliquer par des considérations logiques. En effet, nous avons avancé l'hypothèse que l'action contre le réchauffement est approuvée par tous les systèmes moraux occidentaux, une fois admis son existence et sa cause. Sous cette hypothèse, le dénigrement de la science est le seul moyen d'invalider à la racine les politiques climatiques.

Dans cette partie, le champ d'étude s'étend aux défenseurs des politiques climatiques, ainsi qu'aux climato-sceptiques au sens large, ceux qui modèrent l'importance du changement climatique et refusent d'entreprendre des actions de réduction d'émission. Une étude des arguments présentés par les deux camps montre une opposition entre deux rhétoriques, progressiste ou réactionnaire. Cette grille de lecture confirme l'existence d'un clivage politique entre défenseurs et opposants des politiques climatiques (5.3.1). Nous examinons ensuite la position d'une représentante de la gauche radicale américaine pour préciser le sens de ce clivage, notamment l'opposition au libéralisme (5.3.2). Enfin, nous montrons comment ce clivage politique, qui paraît aujourd'hui naturel, s'est construit historiquement, par une évolution des idéologies (5.3.3).

5.3.1 *Les rhétoriques dans les politiques climatiques*

Nous laissons maintenant de côté la position de ceux qui nient l'existence et l'origine anthropique du réchauffement climatique pour nous intéresser plus en détail aux débats sur l'opportunité des politiques climatiques. Nous nous concentrons sur les arguments de nature économique, sociale ou politique. Ces arguments tournent en effet autour de quelques formules simples, déjà éprouvées par ailleurs. Ils s'ordonnent suivant une série de trois couples d'antagonismes, qui déclinent l'opposition entre rhétoriques réactionnaire et progressiste, établie par Albert O. Hirschman (1991).

Hirschman, reconnu à l'origine pour ses contributions à l'économie du développement, conçoit l'économie comme une science morale et politique. Auteur de plusieurs concepts novateurs qui rapprochent l'économie des autres sciences sociales, comme l'opposition entre « défection » et « prise de parole » (Hirschman, 1970), il s'intéresse aux premières justifications du capitalisme pendant l'ascension de ce système économique, au cours des XVII^e et XVIII^e siècles (Hirschman,

1977). Progressiste, il vit les années Reagan comme une ère interminable de simplisme intellectuel. Il cherche alors à comprendre les ressorts du conservatisme qui se déchaîne à cette époque contre les réalisations de l'État-providence, en relisant l'histoire intellectuelle et politique des sociétés occidentales depuis la Révolution française. Dans les discours des opposants aux réformes politiques et sociales, il décèle trois figures argumentatives majeures : l'effet pervers, l'inanité et la mise en péril (*perversity, futility, jeopardy*). Ces trois figures constituent la rhétorique qu'Hirschman qualifie de réactionnaire. Au cours de cette recherche, au départ un combat contre les idées conservatrices, Hirschman découvre le même simplisme chez les partisans des réformes. Les progressistes utilisent en effet prioritairement trois figures, antagonistes des précédentes : le péril imminent, les lois de l'Histoire, la synergie (Hirschman, 1991, p. 265). Le débat sur n'importe quelle réforme devient alors un échange, mécanique et stérile, d'arguments et de leurs miroirs.

Hirschman (1991, p. 13-21) a montré la présence de ces trois arguments dans les débats sur les droits civils (établissement de l'état de droit au XVIII^e siècle), sur la participation politique (extension progressive du droit de vote au XIX^e siècle) et sur l'attribution de droits sociaux (mise en place de l'État-providence au XX^e siècle). Après les questions successives des droits civils, politiques et sociaux, la question climatique, et plus largement écologique, pourrait bien susciter le quatrième grand débat des sociétés occidentales.

L'opportunité de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (ou politique climatique) se trouve posée par la mise en évidence du réchauffement climatique d'origine anthropique. Pour analyser ce débat, nous prenons cette justification ultime comme une donnée extérieure. Nous nous concentrons sur les arguments économiques et politiques mobilisés pour approuver ou contester les politiques climatiques.

Nous appelons *climato-sceptiques* ceux qui s'opposent aux politiques climatiques et *écologistes* ceux qui les défendent. La grille de lecture proposée par Hirschman s'adapte remarquablement au débat public sur ces politiques. Lors de la discussion socio-politique des politiques climatiques, les écologistes mettent en œuvre une rhétorique progressiste, au service de la réforme. Les arguments des climato-sceptiques, contre les politiques de réduction des gaz à effet de serre, prennent eux la forme de la rhétorique conservatrice.

Pour le montrer, nous nous appuyons sur des citations tirées d'ouvrages ou de tribunes écrits par des personnalités prenant position sur les politiques climatiques. Minoritaires, les climato-sceptiques s'expriment avant tout au travers de pamphlets et leurs propos sont polémiques. Majoritaires, les écologistes s'expriment avec une plus grande diversité de style. Nous avons choisi nos exemples prioritairement chez les hommes et femmes politiques, mais même des experts reconnus, plus pondérés, usent, dans le débat public, des formes rhétoriques systématisées par Hirschman.

En nous attachant aux figures rhétoriques, à la forme des arguments, nous ne prétendons pas rendre justice aux raisonnements des uns et des autres. Nous ne discutons pas ici de leur validité mais mettons au jour une identité de forme avec des figures rhétoriques connues. Cette démarche a l'inconvénient de se mettre à dos les tenants des deux camps, qui ressentent cette stylisation comme une

caricature — Hirschman (1995a) observait, un brin désabusé, l'incompréhension dont il avait été l'objet. Au risque de subir à notre tour les mêmes déboires, nous pensons néanmoins que l'étude rhétorique des discours permet d'éclairer utilement la captation du débat par quelques lieux communs rhétoriques.

L'inanité

Selon les opposants à la limitation des émissions de gaz à effet de serre, celle-ci n'aurait pratiquement aucun effet. Parce que la France n'émet que 2 % du total mondial, parce que les Américains ne veulent pas négocier leur mode de vie, parce que les Chinois et les Indiens n'ont pas envie de se restreindre... une litanie pour ancrer dans les esprits l'idée que les efforts demandés ne serviront à rien. C'est la thèse de l'inanité de toute volonté de réforme (Hirschman, 1991, chap. 3) : Christian Gerondeau (2009) en formule la version la plus radicale. Pour lui, « la totalité des hydrocarbures fossiles de la planète [est] appelée à être utilisée et le carbone qu'ils contiennent à engendrer du CO₂ » (p. 62). Ainsi « nos efforts ne serviront à rien sur ce plan puisque ce que nous n'utiliserons pas le sera par les autres, et que les émissions prendront place en tout état de cause et resteront inchangées au niveau de la planète » (Gerondeau, 2009, p. 52-53). Il liste une vingtaine de mesures avant de répéter sa conclusion : « A quoi servent toutes ces mesures du point de vue de la lutte contre l'effet de serre ? Une seule réponse s'impose : À RIEN. À RIEN du point de vue des émissions planétaires de gaz à effet de serre et donc d'un éventuel impact sur le climat, absolument à rien puisque ce que les uns n'émettront pas le sera par les autres » (Gerondeau, 2009, p. 61).

Ce « paradoxe de Gerondeau » relève bien d'une mise en scène rhétorique, car il découle des préjugés implicites de son auteur. Une autre vision est possible. Alors que Henri Prévot (2007), ingénieur des Mines, remarque que la combustion des ressources fossiles disponibles entraînerait un changement climatique de grande ampleur, il n'en déduit pas que les mesures contre les émissions de gaz à effet de serre sont vouées à l'échec. Au contraire, tandis que Gerondeau postule que ces ressources seront nécessairement utilisées, Prévot bâtit une politique fiscale pour nous empêcher de consommer tous les hydrocarbures accessibles. Même plausible, le « paradoxe de Gerondeau » n'est pas une fatalité.

À cet argument d'inanité, Hirschman opposait la thèse du mouvement de l'Histoire : les transformations voulues seraient inévitables car elles s'inscriraient dans le sens de l'Histoire. Cet argument-miroir est marqué par le contexte dans lequel Hirschman écrivait, celui de la fin de la guerre froide, où le marxisme-léninisme jouait encore un grand rôle intellectuel. Aujourd'hui, il est moins présent de manière explicite, mais transparaît encore¹⁸, par exemple lorsque la politique climatique est reliée à un nouvel âge de la civilisation. Des députés européens écologistes ont ainsi fait de Copenhague « un de ces moments charnières où un monde doit s'éteindre pour qu'un autre puisse naître » (Besset et al., 2009), tandis que Corinne Lepage (2010), présidente du parti écologiste CAP 21, appelle à ne pas rater le « coche de l'Histoire qui propose au monde multiple de l'écologie politique d'être le passeur d'une civilisation à une autre ».

18. Y compris, dans ce chapitre, quand nous avons qualifié la politique climatique de quatrième débat des sociétés occidentales.

L'effet pervers

L'argument phare de la rhétorique réactionnaire est celui d'effet pervers, selon lequel « tout a l'effet contraire au but recherché » (Hirschman, 1991, p. 28). Les climato-sceptiques font usage de l'effet pervers sous des dehors atténués, que l'on pourrait nommer « effet désastreux » : l'effet n'est pas directement contraire, mais opposé sur un autre plan. La politique climatique vise essentiellement un mieux environnemental, en tentant d'éviter le réchauffement climatique ; elle a malheureusement des conséquences néfastes, essentiellement économiques. Avec la politique climatique, « le pays engage des dépenses injustifiées, il freine sa croissance et, *au total*, détruit nécessairement des emplois » (Gérondeau, 2009, p. 215). Ou bien encore, le contrôle des émissions de CO₂ « risque de constituer pour l'Occident un handicap insurmontable dans sa compétition économique avec l'Asie » (Allègre, 2010, p. 32).

L'effet pervers met en avant les conséquences désastreuses de la réforme ; pour la défendre, il faut au contraire arguer qu'y renoncer aura des conséquences également désastreuses. Cette idée joue avec plus ou moins de force dans la rhétorique des partisans de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre. De manière mesurée, Nicholas Stern (2006) défend de cette façon les politiques climatiques : aux coûts de l'action il oppose les coûts de l'inaction. Poussée à ses extrémités, cette logique mène à un catastrophisme : la réforme est censée prévenir un péril imminent, une catastrophe. Le modèle en est bien sûr la catastrophe nucléaire, sous forme de guerre ou d'accident. La rhétorique du péril imminent ne s'ajuste toutefois pas parfaitement à la nature du réchauffement climatique. Les dommages du changement climatique sont graduels, progressifs et ne prendront une ampleur conséquente que dans une ou deux générations ; il n'y a pas d'événement générateur ponctuel.

Il n'en reste pas moins que la crainte d'une catastrophe prochaine est une des constantes de la défense écologiste de la politique climatique (on peut penser par exemple au film d'Al Gore *Une vérité qui dérange*). Le péril est considérable : « soit l'humanité décidera de s'engager dans la construction d'un mode de développement soutenable pour les hommes et la nature, soit elle s'enfoncera dans des temps obscurs où l'imprévisibilité des catastrophes le disputera au déclin économique et aux déchirements des conflits pour la survie » (Besset et al., 2009).

Ce catastrophisme se réclame des meilleures références puisque Hans Jonas, philosophe dont la réflexion est à l'origine du principe de précaution, se place explicitement dans cette perspective. Pour bâtir son éthique de la civilisation technologique, il postule que « nous vivons dans une situation apocalyptique, c'est-à-dire dans l'imminence d'une catastrophe universelle, au cas où nous laisserions les choses actuelles poursuivre leur cours » (Jonas, 1979, p. 191).

La mise en péril

À la catastrophe à venir, les contempteurs de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre opposent un autre type de péril. Ils assimilent ses partisans aux fourriers du totalitarisme. Luc Ferry est un des premiers à avoir rapproché écologisme et totalitarisme. Dans *Le nouvel ordre écologique*, sans faire d'amalgame, il suggère une proximité entre écologisme et nazisme en signalant que le

nazisme avait promulgué des lois de protection de la nature et des animaux. Il en conclut que l'écologisme est contraire à l'humanisme occidental, que par sa victoire, « c'est le monde de l'esprit tout entier qu'il mettrait en péril » (Ferry, 1992, p. 275). Cependant, pour ne pas passer pour un irresponsable, il appelle de ses vœux une écologie nouvelle, humaniste, passant par profits et pertes les tentatives existantes. Il s'agit là d'une caractéristique de la rhétorique réactionnaire : elle ne s'attaque pas frontalement au principe, elle lui concède parfois un certain bien-fondé, mais pour mieux pourfendre toute déclinaison concrète.

Plutôt que la *reductio ad Hitlerum*, les climato-sceptiques préfèrent de nos jours le rapprochement avec le communisme. « Les écologistes français sont pour la plupart des “pastèques”, verts dehors, rouges dedans » (Gérondeau, 2009, p. 229). « Anciens rouges » (Gérondeau, 2009, p. 174), « ils ont conservé de la pratique communiste [...] le caractère non démocratique – de facto, totalitaire – de la démarche » (Allègre, 2010, p. 223). « Khmers verts » (Ferry, 2011), ils veulent imposer leur volonté aux autres et faire le bonheur des gens malgré eux. Les réformes qu'ils souhaitent conduisent tout droit à « une société totalitaire, encadrée par des taxes et des interdictions à gogo » (Allègre, 2010, p. 32). Cet argumentaire participe en fait de la rhétorique de la mise en péril (Hirschman, 1991, chap. 4) : les opposants à une réforme la présentent comme une menace envers ce qui constitue le cœur des sociétés occidentales, à savoir la liberté et la démocratie. Classique depuis *La route de la servitude* de Hayek, l'argument fait toujours florès aux États-Unis où les *Tea parties* comparent Obama à Hitler pour avoir voulu instaurer un système de protection sociale. Cette figure passe, dans notre exemple, par un rapprochement martelé entre Verts et Rouges — ce qui montre que, même après son effondrement, le communisme est toujours un repoussoir efficace.

Ces attaques outrancières conduisent en retour les écologistes à une forme d'angélisme. Bien loin de mettre en péril la civilisation occidentale, la politique climatique serait enfin l'occasion de relancer la croissance, de renforcer la démocratie, d'assurer la justice sociale... Les accents sont exaltés : le développement soutenable est « une clé de la croissance et de l'emploi ; c'est une clé pour un monde plus sûr et plus juste ; c'est une clé pour une Europe tolérante et contras-tée » (Jouanno, 2010).

Nul doute qu'Hirschman (1991, p. 243) y aurait retrouvé la « chimère de la synergie ». De nombreux discours sur le développement durable ne font que décrire cette chimère, ils tirent leur force de leur propos consensuel. Que reprocher à une politique climatique qui « constituera une formidable opportunité pour engager nos sociétés et nos économies vers l'innovation, la sobriété en ressources et la création d'emplois qualifiés et non délocalisables dans tous les secteurs » ? (Besset et al., 2009).

Dans une moindre mesure, certains arguments de Nicholas Stern, développés dans sa leçon inaugurale du 4 février 2010 au Collège de France, tombent aussi dans l'illusion de la synergie. Pour lui, la lutte contre le changement climatique apportera à terme une énergie abondante, peu chère et non polluante ; pour cette raison, elle doit être entreprise malgré l'incertitude des dommages climatiques évités, de par ses retombées positives. C'est même la seule façon de maintenir la croissance économique : « Menée de façon coopérative, la transition vers des économies sobres en carbone sera un moteur puissant de croissance, générateur

de nouveaux investissements et d'emplois. C'est même le seul scénario de croissance viable à long terme. » (Stern et Tubiana, 2009) Pour Naomi Klein (2011), dont nous reparlerons plus loin (cf. 5.3.2), « the real solutions to the climate crisis are also our best hope of building a much more enlightened economic system—one that closes deep inequalities, strengthens and transforms the public sphere, generates plentiful, dignified work and radically reins in corporate power. » Si on ne peut exclure des phénomènes de double dividende de ce type, on ne saurait avoir, dans chaque situation, selon le dicton, le beurre et l'argent du beurre. Il n'y a pas de raison que les politiques climatiques soient systématiquement en accord avec toutes les exigences de justice. Faire croire que les rêves les plus fous se réaliseront engendre des déceptions.

La classification par Hirschman de la rhétorique réactionnaire apparaît toujours pertinente pour analyser les arguments du refus des politiques climatiques. Cette nouvelle « réaction » diffère cependant en certains points des réactions qui constituaient le matériau d'Hirschman.

Dans la rhétorique réactionnaire traditionnelle, l'argument de l'effet pervers et celui de l'inanité sont contradictoires. Selon le premier argument, la réforme a un effet contraire au but recherché ; selon le second, elle n'a pas d'effet du tout. Hirschman soulignait que les arguments ne pouvaient donc être employés en même temps. Dans la rhétorique climato-sceptique, il n'y a plus contradiction. Si l'inanité frappe toujours la réforme proposée dans le domaine de ses buts, c'est-à-dire le domaine environnemental, l'effet n'est pas pervers *stricto sensu* mais affecte un domaine distinct de celui visé par la réforme. Il ne s'oppose plus directement aux buts environnementaux, mais développe ses conséquences néfastes dans un autre domaine, le plus souvent économique. Il devient ainsi possible d'associer inanité sur le plan environnemental et effets désastreux sur le plan économique. La rhétorique réactionnaire climato-sceptique complète de manière typique ce doublet par la mise en péril sur le plan politique. Quant à la rhétorique écologiste, elle reprend la forme du péril imminent pour établir un diagnostic catastrophiste, lequel justifie la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre. Cette lutte apporterait des bénéfices dans des domaines annexes : l'argument des co-bénéfices a la forme de la chimère de la synergie. La rhétorique écologiste repose avant tout sur ces deux arguments, mais elle les englobe parfois dans une perspective quasi eschatologique, qui fait de la lutte contre le changement climatique une étape nécessaire de la progression de l'humanité.

Nous nous sommes concentrés sur les différents arguments employés à l'appui ou en défaveur des politiques climatiques. Pour s'y opposer, les climato-sceptiques reprennent ainsi la rhétorique réactionnaire, tandis que les écologistes usent de la rhétorique progressiste. Que la réflexion d'Hirschman s'applique aux débats sur le problème climatique témoigne de la permanence de la rhétorique réactionnaire au cours de l'évolution des sociétés occidentales. Le débat sur le changement climatique emprunte donc des sentiers battus à l'occasion d'autres débats, en particulier au sujet de l'État-providence.

5.3.2 *Le changement climatique vu de la gauche radicale*

L'analyse des rhétoriques montre l'opposition fermée entre opposants et défenseurs des politiques climatiques. Nous avons déjà vu, dans la première partie, comment la mise en danger du système économique libéral est un des ressorts du climato-scepticisme. Le contenu politique de l'antagonisme peut s'éclairer en regardant de l'autre côté du spectre politique, du côté non des défenseurs du marché libre, mais de la gauche radicale. Nous avons choisi comme exemple un article de Naomi Klein : dans *Capitalism vs the Climate*, elle traite directement du conflit politique généré par le changement climatique.

Naomi Klein est une activiste canadienne. Elle s'est fait connaître par *No Logo*, ouvrage qui critique la façon dont les marques récupèrent et façonnent la culture populaire. Elle a récemment publié *La stratégie du choc (The Shock Doctrine)*. Elle y explique que le néo-libéralisme utilise les situations de choc, naturelles ou programmées, où le corps social est démuni, incapable de se défendre, pour imposer ses solutions (privatisation, coupe dans les budgets sociaux...). Elle étudie notamment les cas du Chili, de la chute de l'Union soviétique ou de la Nouvelle-Orléans après l'ouragan Katrina. D'aucuns trouvent des convergences entre ce que Naomi Klein décrit et la situation actuelle de la Grèce.

Dans son article *Capitalism vs. the Climate*, Naomi Klein (2011) commence par décrire une conférence au Heartland Institute. Les interventions sur le climat semblent se contredire (ce qui ne devrait guère nous surprendre, car nous savons que l'essentiel n'est pas de produire une vision alternative mais de troubler la vision reçue par toutes les contestations possibles), mais l'essentiel est ailleurs : tous les participants se retrouvent pour dire qu'un complot contre le capitalisme américain a inventé le réchauffement climatique. Pour ces républicains, l'opposition au changement climatique est devenue émotionnelle et fait partie de leur identité. Les démocrates sont devenus timorés sur le sujet. Pour que le climat revienne au devant de la scène politique, la gauche va devoir apprendre de la droite. Il faut qu'elle comprenne à son tour que le changement climatique est une question politique. Après la crise financière, au moment où se développe un rejet du *capitalism as usual*, par exemple dans le mouvement *Occupy Wall Street*, « the scientific reality of climate change must, for progressives, occupy a central place in a coherent narrative about the perils of unrestrained greed and the need for real alternatives. » Comme nous l'avons déjà vu, Naomi Klein pense que les politiques climatiques vont totalement dans le sens d'une transformation désirée, elles seraient l'occasion de bâtir un système économique éclairé, qui mettrait fin aux inégalités et ravivrait la démocratie.

Un lien puissant entre le changement climatique et la gauche radicale est possible car, comme le montrent les climato-sceptiques républicains, « climate change makes some kind of left-wing revolution virtually inevitable ». L'analyse scientifique des républicains est complètement fautive, mais leur intuition politique est juste. Écouter les climato-sceptiques du Heartland Institute fait beaucoup mieux comprendre les changements économiques et politiques nécessaires que croire les professionnels du développement durable. Le problème est plus profond que le changement climatique. Il ne sera pas résolu en achetant des produits verts ou en mettant en place des marchés bien conçus, mais par un

changement de civilisation. « Climate change is a message, one that is telling us that many of our culture's most cherished ideas are no longer viable. These are profoundly challenging revelations for all of us raised on Enlightenment ideals of progress, unaccustomed to having our ambitions confined by natural boundaries. And this is true for the statist left as well as the neoliberal right. »

Si les Républicains voient dans le communisme le seul moyen de sauver le climat, le communisme a été incapable de protéger l'environnement. Les pays du socialisme réel ont dégradé leur environnement à une échelle gigantesque (Mandrillon, 1991, 2012). La Chine aujourd'hui, quoiqu'on loue parfois son programme d'énergies renouvelables, continue son développement à marche forcée grâce à l'exploitation intensive de ses ressources. Les problèmes environnementaux y sont particulièrement aigus, comme l'ont rappelé les épisodes de pollution de l'air par les particules à l'hiver 2013. Naomi Klein ne privilégie d'ailleurs pas des solutions centralisées : « it is true that responding to the climate threat requires strong government action at all levels. But real climate solutions are ones that steer these interventions to systematically disperse and devolve power and control to the community level, whether through community-controlled renewable energy, local organic agriculture or transit systems genuinely accountable to their users. »

Klein propose ensuite un programme en six points :

1. le changement climatique passe par des actions non individuelles mais collectives. Cela doit passer par un poids plus important du secteur public ;
2. il faut réapprendre à planifier. Le changement climatique demande une planification, notamment au niveau des villes et de l'agriculture ;
3. il faut brider les grandes entreprises par un tissu serré de régulation ;
4. il faut relocaliser la production. Prendre au sérieux le changement climatique ne demande pas de mettre fin aux échanges internationaux mais de ne plus laisser le libre-échange déterminer les politiques. Les échanges doivent se limiter à ce qu'on ne peut produire localement, ou à ce qui est produit à l'étranger avec une moins grande intensité carbone ;
5. le culte de la consommation doit se terminer. Le découplage de la consommation des ressources et de la croissance économique est un mythe, seuls les pays pauvres devraient être autorisés à croître ;
6. il faut taxer les riches et les entreprises qui font leur profit de l'émission de carbone, par exemple les compagnies pétrolières.

Le changement climatique offre ainsi un programme cohérent à la gauche pour faire avancer ses idées. Il ruine les espérances du conservatisme contemporain dans la magie du marché. Son appareil idéologique est inadapté à ce défi. Mais il ne s'agit pas seulement de résistance idéologique mais aussi d'intérêts, car cette idéologie est professée par ceux qui sont les gagnants de l'état actuel et qui ont le plus à perdre d'un changement.

La gauche compromet son succès en mésestimant l'importance du changement climatique dans la réorganisation nécessaire des modes de fonctionnement économique. De l'autre côté, les groupes écologistes se fourvoient en tentant de rendre acceptable l'environnement pour les conservateurs, en défendant eux aussi les

solutions de libre marché. Naomi Klein voit un dépassement de ces oppositions stériles dans certaines actions du mouvement *Occupy Wall Street*.

Nous voyons donc que l'antagonisme au sujet des politiques climatiques est fortement teinté de contenu politique. Naomi Klein l'exprime de manière consciente avec une remarquable clarté. Selon des schémas très prégnants aux États-Unis mais également en France, le changement climatique serait une arme de guerre contre le marché libre. Les communistes défaits par la chute de l'Empire soviétique auraient trouvé là un nouveau moyen d'en finir avec le libéralisme. De l'autre côté, le changement climatique est vu par la gauche radicale comme une opportunité pour contester le capitalisme et le remplacer par un autre système. L'antagonisme politique passe par une confrontation sur le libéralisme ou le capitalisme.

Il faut savoir ce que cet antagonisme révèle et quel est son origine. La prochaine partie est consacrée à cette investigation. On verra que l'antagonisme sur la portée socio-économique du changement climatique témoigne des mutations du capitalisme dans les quarante dernières années, avec le passage du système d'économie mixte (de régulation fordiste) à l'ère néo-libérale.

5.3.3 *Des possibilités des économies mixtes au blocage néo-libéral*

Le conflit présent sur le changement climatique a une certaine proximité avec les débats sur l'établissement de l'État-Providence. Le retour sur cette période permet de cerner la genèse de l'antagonisme.

Alors que se mettaient en place les politiques du *New Deal*, les libéraux les voyaient comme les prodromes du communisme. De fait, l'économie mixte était éloignée de l'inspiration *laissez-fairiste* des premiers libéraux ; pressentie comme solution à la grande dépression, elle s'imposa à la suite des nécessités de l'économie de guerre. Polanyi (1944) y voyait la *Grande Transformation* qui terminerait l'exception historique ouverte par l'idéal du marché autorégulateur. Mais ses compatriotes autrichiens, Hayek (1944) et Schumpeter (1942)¹⁹, y voyaient la fin du capitalisme, les prémisses du socialisme et, pour Hayek, le début de la servitude.

Hayek et Schumpeter ne faisaient pas de différence entre l'économie libérale et le capitalisme ; pour eux, les deux étaient indissolublement liés. Pourtant, les économies mixtes des années 1950-1960 ouvrent la possibilité d'une discordance entre capitalisme et libéralisme. Ce système économique était sans nul doute en rupture avec l'économie libérale telle qu'elle avait fonctionné pendant tout le XIX^e, en particulier pendant la période de l'étalon-or, et au début du XX^e. L'État y jouait un rôle certain, mais le secteur privé pouvait prospérer à l'intérieur des règles que l'État avait fixées. Le régime de laissez-faire subsistait aux endroits où il était susceptible de fonctionner, il ne bénéficiait pas comme aujourd'hui d'une présomption automatique d'une efficacité supérieure. Certains domaines étaient gérés par le marché libre, mais pour d'autres, l'État était un garant plus sûr.

19. Voir par exemple p. 92-93, p. 101, p. 219, p. 437-439.

Pendant le temps que dura ce système économique, l'économie fonctionnait à coup sûr d'une manière capitaliste, mais non libérale. Cette économie n'était pas du communisme, ni du capitalisme d'État, au sens où il existait une certaine liberté des agents économiques. Elle n'était pas non plus libérale, au sens où l'initiative privée était strictement encadrée. Pourtant, ce système économique n'a pas aboli les libertés civiles et les institutions démocratiques.

Ce bref rappel des conditions socio-économiques de la fin des années 1960 va nous permet d'appréhender comment les possibilités écologistes de transformation de l'économie et de la société étaient envisagées. Nous nous appuyerons pour commencer sur un texte d'André Gorz, un des pionniers de la réflexion écologique en France, à laquelle il a toujours associé la critique sociale.

Pour André Gorz, l'écologie, en tant que discipline scientifique, montre que la société humaine s'insère dans un milieu naturel, support de la vie, qui n'est pas et ne peut pas être produit par les humains. Face aux perturbations de l'auto-génération et de l'auto-organisation de la Biosphère par les activités industrielles, deux attitudes sont possibles.

La première est de définir des quantités-limites de flux de matières, de polluants, dont le rejet ne provoque pas de dégradation de l'environnement, à l'aide d'une expertise scientifique. Une fois définies ces quantités, on met en place des instruments de régulation, taxes, prix et sanctions administratives, pour que l'activité du corps social respecte les limites définies par les autorités compétentes. Pour Gorz, il s'agit d'une hétéro-régulation qui ne change pas le comportement des individus, leurs valeurs, leur façon d'interagir avec leur environnement. Bien au contraire, l'efficacité de l'hétéro-régulation suppose que les valeurs restent les mêmes, car elles sont manipulées pour parvenir au résultat souhaité. Les instruments de régulation conduisent les individus à respecter les contraintes malgré eux. C'est là l'approche courante du problème en théorie économique. Gorz nomme « expertocratique » cette manière de faire.

La seconde voit l'environnement, non pas comme un système de flux, mais comme un « monde vécu », pour reprendre le terme d'Habermas, accessible à la compréhension intuitive. Les mouvements écologistes défendent le monde vécu, contre la colonisation par les appareils d'État, par le capital. Le symbole de cette colonisation est l'imposition de mégatechnologie, comme l'électricité nucléaire. La lutte s'effectue contre une complexité croissante, qui dépasse les capacités d'appréhension et de maîtrise par les habitants. Gorz y voit le sens profond du mouvement écologiste.

Cette lutte rencontre les exigences écologiques d'une sortie de l'industrialisme qui s'exprime à partir des années 1970, notamment dans le rapport du Club de Rome. Les nécessités objectives peuvent être atteintes par un accroissement des hétérorégulations, comme dans le cas de la solution technocratique. Mais elles peuvent également se traduire en conduites normatives pour le sujet poursuivant ses fins. Cette conduite normative est celle de l'auto-limitation, et l'auto-limitation est opposée à la rationalité économique. « L'écologie politique fait ainsi des changements écologiquement *nécessaires* dans la manière de produire et de consommer le levier de changements normativement *souhaitables* dans le mode de vie et les relations sociales. La défense du *milieu de vie* au sens écologique et la

reconstitution d'un *monde vécu* se conditionnent et se soutiennent l'une l'autre. » (Gorz, 1992)

Si Gorz oppose deux manières d'appréhender les transformations écologiques, il ne fait pas de doute pour lui que le capitalisme peut très bien répondre aux nécessités objectives imposées par les contraintes écologiques. La structure technocratique peut très bien résoudre ces problèmes. Nous avons choisi ce texte de 1992 car Gorz y détaille sa position avec clarté. Mais ces éléments sont là dès le début de sa réflexion écologique. Dans la préface à un recueil de ses textes, paru en 1975, André Gorz oppose déjà « leur écologie et la nôtre ». Si l'écologie conserve des adversaires chez les capitalistes, ceux-ci sont prêts et peuvent relever le défi : « L'écologie, c'est comme le suffrage universel et le repos du dimanche : dans un premier temps, tous les bourgeois et tous les partisans de l'ordre vous disent que vous voulez leur ruine, le triomphe de l'anarchie et de l'obscurantisme. Puis, dans un deuxième temps, quand la force des choses et la pression populaire deviennent irrésistibles, on vous accorde ce qu'on vous refusait hier et, fondamentalement rien ne change. » (Gorz, 1978, p. 9)

Dans les conditions socio-économiques de l'époque, l'écologie n'est donc pas nécessairement anti-capitaliste ; le capitalisme peut parfaitement s'accommoder de l'écologie. Pour Gorz, l'écologie est une étape dans un combat contre le capitalisme. Une écologie de gauche est une écologie qui ne perd pas de vue l'ennemi de classe qu'est le capitalisme, c'est une écologie qui lutte dans la perspective d'une émancipation, pour instaurer un nouveau rapport entre les hommes, la collectivité et la nature. Si les convictions écologiques d'André Gorz n'étaient aussi profondément sincères que ses convictions socialistes, on pourrait dire qu'à la limite, l'écologie n'est qu'un prétexte dans la lutte contre le capitalisme.

Pour Gorz, le capitalisme peut gérer l'environnement, ou, dit autrement, les préconisations écologistes ne sont pas la seule manière de répondre aux problèmes environnementaux. Le contenu d'une politique de préservation de l'environnement n'est pas, dans l'esprit de Gorz, surdéterminé. La spécificité du mouvement écologiste dans l'approche des problèmes environnementaux est de les situer dans une perspective d'émancipation et de reconquête du monde vécu. À l'instar d'autres nouveaux mouvements sociaux, il critique les grandes institutions, vues comme des instances répressives, par exemple l'école, l'hôpital ou la mégatechnologie. Celles-ci briment l'autonomie de l'individu, rationalisent le monde, le rendent inauthentique²⁰. Il y a une convergence sur ce point entre la pensée écologique et la critique artiste qui s'exprime à la même époque (sur la critique artiste voir Boltanski et Chiapello (1999, p. 81-86 et chap. 3)).

Dans les années 1970, l'écologie est marquée à gauche pour ces raisons-là, parce qu'elle combine défense de l'environnement et critique des institutions. Mais la défense de l'environnement n'est pas vue comme antinomique du capitalisme. En France, c'est sous la présidence de Pompidou qu'est créé le premier ministère de l'environnement (Flonneau, 2002 ; Poujade, 2012). Au contraire, la défense de l'environnement, vue parfois comme un caprice de riches, est bien souvent pensée comme une opportunité pour l'industrie, soutenue par les pouvoirs publics.

20. L'œuvre central est celui d'Ivan Illich. On peut trouver dans *La société sans école* (Illich, 1971), un aperçu de sa critique du monopole des institutions.

Le rapport du Club de Rome sur les limites de la croissance a été commandé par de grands industriels. En 1972, le commissaire européen Sicco Mansholt propose un programme fondé sur la stabilisation démographique, la priorité à la production alimentaire, la réduction de la consommations des biens matériels et la prolongation de la durée de vie des équipements (Attali et Guillaume, 1974, p. 118 ; Myrdal, 1973, p. 229-230).

Les analystes de l'époque voient ainsi une compatibilité entre le capitalisme et la protection de l'environnement. Ceron (1972) se demande dans quelle mesure les actions en faveur de l'environnement ne mettront pas sur pied un imposant secteur industriel de l'anti-pollution. Il voit dans la lutte contre la pollution la nouvelle frontière du capitalisme, analogue au rôle joué par les marchés antérieurs dans le stade impérialiste, selon l'analyse de Rosa Luxembourg. Dans son jargon marxiste, Granou (1972) ne dit pas autre chose : le capitalisme peut très bien s'accommoder du programme de Mansholt, celui-ci est même la seule réponse possible pour traverser la crise que subit le capitalisme depuis les contestations de la fin des années 1960.

Pour Ignacy Sachs (1972b), le capitalisme pouvait s'accommoder d'une forte régulation environnementale. La non-croissance, dans les termes de l'époque, était parfaitement envisageable dans un cadre capitaliste. Cependant, Sachs (1972b, p. 745) ajoutait : « La condition pour pouvoir un jour franchir le cap de la non-croissance est d'amorcer *hic et nunc* une phase de croissance accélérée de l'économie mondiale subordonnée à l'objectif suprême de redistribution effective du revenu. » C'est néanmoins peut-être trop présumer des possibilités d'adaptation du capitalisme que de croire possible une telle redistribution (cf. l'épilogue E).

Parce qu'elle voit un alignement entre la défense de l'environnement et la logique du capital, la gauche de l'époque est majoritairement hostile aux questions environnementales. Celles-ci ne lui paraissent que des diversions de la lutte des classes. À part un petit groupe de précurseurs, à l'affût des nouveaux mouvements sociaux, les gauchistes sont plutôt à l'arrière des mouvements écologistes (Buton, 2012). Ils n'appréhendent pas la question écologique avec les mêmes schémas qu'aujourd'hui. Boltanski (2008, p. 111) rapporte ainsi que le petit groupe de sociologues autour de Pierre Bourdieu voyait dans les alarmes du Club de Rome « des contre-feux destinés à stopper le développement et, par là, l'amélioration des conditions de vie et de travail des classes les moins privilégiées ». La gauche marxiste n'imaginait pas non plus que la question environnementale serait quelques décennies plus tard la bête noire des défenseurs du capitalisme le plus libéral. De toute façon, le productivisme qui imprégnait une bonne partie de ses rangs, en particulier la frange la plus proche des régimes du socialisme réel, l'empêchait de voir autre chose dans l'écologie qu'une réaction romantique petite-bourgeoise, méfiante à l'écart du développement des forces productives qui conduisait à la révolution. On trouve ici une certaine convergence entre marxistes et libéraux, nullement exceptionnelle (Seers, 1979 ; Perroux, 1960).

Dans les années 1970, le jeu politique sur les questions écologiques apparaît donc plus ouvert qu'il ne l'est aujourd'hui. La gauche est partagée sur les questions écologiques, mais majoritairement non concernée. Un programme environnemental ambitieux, celui de Mansholt, est vu comme le moyen de sauver le capitalisme d'une crise grave. Aujourd'hui, le programme de Mansholt passerait

pour l'œuvre d'un agent provocateur décroissantiste et non pour l'émanation d'une institution officielle. Les questions écologiques, et en particulier les politiques climatiques, paraissent être irrémédiablement marquées dans un sens radical, comme nous le montre les climato-sceptiques aussi bien que Naomi Klein. L'atmosphère intellectuelle est donc très différente. Que s'est-il passé depuis cette époque ?

L'économie mixte n'a pas eu le destin que lui prédisaient les trois grands penseurs austro-hongrois. L'encadrement de l'initiative économique privée n'a pas conduit à la fin des libertés civiles. Au contraire, les politiques keynésiennes, la reconnaissance des droits sociaux et le pilotage de l'économie dans l'après-guerre ont été les plus sûrs moyens d'éloigner les sociétés occidentales du totalitarisme. Cependant, contrairement à ce qu'espérait Polanyi (1947b), l'idéal du marché auto-régulateur, tel le Phénix, a ressuscité de ses cendres. L'ère ouverte par l'arrivée de Thatcher et Reagan fut celle d'un néo-libéralisme, c'est-à-dire d'un retour à la croyance dans la bienfaisance et la stabilité du marché autorégulateur, oubliant par là les leçons de la crise de 1929. On assista alors au démantèlement, surtout en Grande-Bretagne et aux États-Unis, de toutes les régulations keynésiennes de l'économie, et en particulier de l'encadrement strict du système bancaire et financier (Giraud, 1996, chap. v).

En France, les transformations, sur le plan social et intellectuel, ont été analysées en détail par Boltanski et Chiapello (1999). Le capitalisme a repris à son compte les demandes d'autonomie et de liberté créatrice pour transformer en profondeur les processus productifs. Granou (1972) avait donc vu presque juste quand il estimait que les expérimentations de Volvo, où des équipes autonomes remplaçaient la chaîne de montage pour la production des automobiles, étaient les plus avant-gardistes. Ce nouveau mode de production préfigurait ce qui serait la norme deux décennies plus tard. Mais il avait tort de voir dans le programme environnementaliste de Mansholt la seule réponse globale aux contradictions du capitalisme et aux luttes des années 1960. Le capitalisme au contraire va intégrer bien plus facilement les critiques artistes que la critique écologique.

L'antagonisme actuel sur les politiques climatiques est le produit d'un double déplacement. Les positions des écologistes ont évolué, du fait de l'ancrage du néo-libéralisme comme horizon politique mais également du fait de l'irruption de problèmes nouveaux, comme le changement climatique.

Il est assez piquant de constater que le mouvement écologiste, tout comme les autres mouvements, a pu contribuer à fragiliser l'État-providence régulateur. En combinant critique du capitalisme et critique de l'État, les mouvements de la gauche non communiste ont forgé un outil puissant de critique de l'État comme instrument privilégié de domination et d'oppression. Les déplacements du capitalisme ont fait fond sur ces mouvements, en affinité avec les aspirations libérales. La critique issue de cette partie de la gauche a alors été démunie lors du passage à un système remettant en cause l'État. Il s'agit là d'une des nombreuses surprises auxquelles a été confrontée la critique, lors de la fin du compromis fordiste, comme l'ont montré Boltanski et Chiapello (1999, chap. 3).

Les écologistes déplorent eux aussi la perte de pouvoir de l'État. Considéré dans les années 1970 comme un ennemi, l'appareil administratif apparaît aujourd'hui

d'hui comme un instrument irremplaçable pour la conservation de l'environnement. Amoindries par les politiques néo-libérales, sa puissance fait aujourd'hui défaut pour la mise en place d'ambitieuses politiques contre le changement climatique. Le risque d'un totalitarisme technocratique n'a pas disparu, mais bien plus grand semble le risque d'une inaction néo-libérale qui conduirait au désastre. L'État aujourd'hui est bien plus un allié indispensable dans la résolution des problèmes écologiques qu'un obstacle. Le dépérissement de l'État est aujourd'hui bien plus un horizon pour la droite libertarienne que pour la gauche.

Si le tournant néo-libéral a déplacé les positions écologistes concernant l'État, l'irruption du changement climatique a également entraîné une reconfiguration des thèmes écologistes. Les mesures contre le changement climatique ne correspondent pas toutes à la vision de l'écologie qu'avait Gorz. Sa défense d'une écologie de l'auto-limitation est toujours intéressante, mais bien des thèmes paraissent inadéquats. À la lecture des textes des années 1970, on a l'impression que les problèmes auxquels se confrontaient les écologistes étaient des problèmes de pollution locale. L'environnement local est souillé par des installations industrielles, par des infrastructures routières. La solution est alors de réancrer les individus dans un habitat, de faire correspondre sur un même territoire production et consommation. Il n'y a plus alors de délocalisation possible de la pollution. Les riverains des usines choisissent ainsi des modes de production qui ne portent pas atteinte à leur environnement. Schumacher (1978) défend ainsi les technologies douces, à petite échelle.

Ces réflexions sont encore pertinentes sur certains points, mais pas sur tous. La pollution par les GES est invisible, que la production soit effectuée localement ou non. Les émissions locales de GES n'ont pas d'impact direct sur l'environnement local. Seule compte la résultante des émissions à l'échelle mondiale, dont les effets ne se font en outre sentir que quelques décennies plus tard. Les solutions des écologistes ne répondent donc que partiellement au problème.

Enfin, la découverte du changement climatique et la nécessité de réduire les émissions de GES sont vite entrées en contradiction avec un mot d'ordre fédérateur du mouvement écologiste : l'arrêt prioritaire des centrales nucléaires. Le changement climatique a créé de fortes dissensions au sein du mouvement écologiste. Des écologistes ont pris position en faveur du nucléaire, ce qui a constitué un retournement historique²¹.

La caution implicite que donne le changement climatique à l'énergie nucléaire est fréquemment invoquée par les complotistes climato-sceptiques. Pour Yves Lenoir, que Godard (2010a, p. 34) identifie comme la matrice du climato-scepticisme français, le changement climatique est un complot planétaire pour faire accepter l'énergie nucléaire. C'est un argument repris par Boehmer-Christiansen (Godard, 2012, p. 65-66). Le changement climatique ne correspond donc pas parfaitement au programme des écologistes. Il entre en contradiction avec certains de leurs objectifs premiers. La résolution de cette contradiction n'est toujours pas

21. James Lovelock, l'inventeur de l'hypothèse Gaïa, a écrit « Nuclear is the only green solution » (*The Independent*, 24 mai 2004 ; traduction française, « Le nucléaire est la seule solution écologique », *Le Monde*, 1 juin 2004). Plus récemment quatre écologistes britanniques ont demandé « Nuclear Power? Yes please » (*The Independent*, 23 février 2009).

effectuée. L'accident de Fukushima, qui a rappelé que le nucléaire n'est jamais sans risque, ne fait qu'accentuer cette difficulté.

L'évolution du capitalisme, du système keynésien au système néo-libéral, largement indépendante des évolutions des problèmes environnementaux, et l'émergence progressive du changement climatique comme problème majeur de l'époque, expliquent la convergence d'aujourd'hui entre mouvements de gauche et politiques climatiques ambitieuses.

De l'autre côté du spectre politique, les climato-sceptiques américains ont bien compris, au moins inconsciemment, la nouveauté de la situation. Le changement climatique révèle avant tout la faillite du fondamentalisme de marché, tout comme la crise de 1929 l'avait déjà fait. Son existence-même est un échec profond de l'idéologie néo-libérale, celle du marché libre auto-stabilisateur. La croyance que l'action individuelle, guidée par l'intérêt privé, conduit *toujours* au mieux collectif est une illusion. En ce sens, le changement climatique enterre bien, par une démonstration non plus théorique mais pratique, l'idéologie du laissez-faire.

Dans l'ère néo-libérale actuelle, la remise en cause du marché est perçue comme une véritable déclaration de guerre. Ce qui est inquiétant c'est que le marché soit vu comme le mode de fonctionnement naturel de l'économie, comme son horizon indépassable dans les sociétés occidentales d'aujourd'hui. Le changement climatique, lui, est perçu comme une négation des valeurs occidentales par ceux qui les réduisent au seul marché sans entraves.

L'incapacité du système de valeur dominant à se saisir de la question climatique ne fait que renforcer l'intérêt des groupes contestataires pour cette question. L'idéologie néo-libérale délaisse le problème du réchauffement climatique, qui ne fait que devenir plus pressant. Ce problème est saisi alors par ceux qui proposent d'autres politiques. Les écologistes d'abord car ils sont les mieux outillés conceptuellement pour le comprendre. Cela ne s'est pas fait sans heurt, car ce problème ne cadre pas entièrement avec leurs schèmes d'analyse. Par ailleurs, la chute du système soviétique a bouleversé le paysage intellectuel de la gauche. Les mouvements de contestation ont dû chercher d'autres façons d'intégrer leurs luttes. Dans les années 1990, l'anti-mondialisation était le thème fédérateur. Ce n'est que dans les années 2000 que l'on assisté à un rapprochement fort entre les thématiques écologiques et les thématiques gauchistes. Avec la crise financière de 2007 et la montée en puissance du réchauffement climatique, il semble que la convergence se soit accentuée, comme le représente l'article de Naomi Klein.

Parce que le néo-libéralisme, idéologie dominante de notre époque, est incapable de se saisir du réchauffement climatique, ce problème a été incorporé à l'agenda des partis politiques se présentant comme des alternatives, en particulier depuis quelques années ceux de la gauche radicale. Le mouvement de recomposition idéologique est d'ailleurs encore en cours. Le ralliement de Jean-Luc Mélenchon aux thématiques écologistes lors de la présidentielle française de 2012 en est un exemple. Cela n'allait pas de soi pour quelqu'un venant de la gauche productiviste, et la sincérité de son engagement est régulièrement contestée. Les syndicats restent, dans leur majorité, suspicieux vis-à-vis des problèmes écologiques.

La convergence que l'on observe actuellement entre critique du capitalisme néo-libéral et solutions aux problèmes écologiques est donc le fruit d'une illu-

sion rétrospective. Ce rapprochement s'est effectué par la co-évolution entre un système économique, qui passe d'un capitalisme keynésien à un capitalisme néolibéral, et des problèmes environnementaux, avec une importance grandissante du changement climatique. Il est le produit d'une configuration historique spécifique.

Bizarrement, le conservatisme ne s'est pas saisi de la question écologique, en France tout au moins²². Pourtant le conservatisme français avait des ressources pour s'emparer des thèmes écologiques.

En France, les non-conformistes des années 1930 ont tenté de renouveler le conservatisme français. Certes, la qualification de conservatisme (qui n'est pas péjorative) est réductrice pour leur entreprise, car elle ne se voulait pas partisane et souhaitait un dépassement de l'opposition entre la droite et la gauche, tant dans les sujets économiques que sociaux. Il n'en reste pas moins que la pensée des non-conformistes est marquée par nombre de thèmes conservateurs : la dénonciation de l'individualisme, l'affirmation de valeurs traditionnelles, la quête d'une unité spirituelle. Après-guerre, à l'heure de l'industrialisme triomphant, Rougemont, Jouvenel ou Ellul seront parmi les premiers à se préoccuper d'écologie (Loubet del Bayle, 2001, p. 472-474 ; Roy, 1992). Claude Chevalley, rejoint par Grothendieck, animera la revue *Survivre et vivre*. La convergence des thèmes écologiques avec les interrogations antérieures des personalistes est frappante. Pour autant, la fertilisation croisée de l'écologie et du conservatisme n'a pas eu lieu. Les personalistes écologistes n'ont pas fait d'émules chez les conservateurs d'aujourd'hui.

Les personalistes des années 1930 sensibles aux questions écologiques avaient plus d'affinité avec *Ordre Nouveau*, mouvement quasi-révolutionnaire par rapport à *Esprit*, catholique et proche des milieux conservateurs. Mais ces affinités personnelles sont également la résurgence d'une certaine structure idéologique du conservatisme. À partir de l'ère industrielle, se met en place un conservatisme qui ne s'applique qu'à la société. La société est non-transformable tandis que la nature est infiniment malléable (Fressoz, 2012, p. 285). L'organisation sociale libérale appréhende les hommes de manière réaliste, croit-on. Ils sont supposés immuables dans leur désir de richesse, et toute autre organisation sociale serait utopique. Au contraire, la nature est un réservoir de ressources à disposition de l'industrie des hommes. On voit donc la difficulté pour le conservatisme d'embrasser la question écologique, dès lors que celle-ci implique une transformation profonde du social.

Le problème du changement climatique impose de rompre avec cette dichotomie destructrice ; une solution devra dépasser les structures actuelles, laissez-fairistes, de l'organisation socio-économique. Un conservatisme social qui prétend s'occuper du réchauffement climatique n'est donc pas possible aujourd'hui,

22. En Allemagne, Winfried Kretschmann est le premier Vert à être président d'un *Land*, le Baden-Württemberg, le plus riche d'Allemagne. Dans une interview accordée à n-tv (<http://www.n-tv.de/politik/Wir-sind-eine-wertkonservative-Partei-article1642501.html>), il explique que « Wir sind eine wertkonservative Partei, treten für die Bewahrung der Schöpfung ein. Die Natur zu erhalten und sie nicht zu zerstören ist ein durch und durch konservatives Anliegen. ». En revanche, la CDU pour lui n'est pas conservatrice mais seulement proche des milieux économiques : « Die CDU ist eine wirtschaftsnahe Partei und alles andere als konservativ. »

car la structure économique et sociale est incapable de répondre aux enjeux de réduction des émissions de GES. En revanche, un tel conservatisme était possible dans les années 1960 et 1970, car les structures économiques, et notamment le système d'économie mixte, auraient permis de s'attaquer au problème.

Les rapports entre défense de l'environnement et capitalisme sont donc ambivalents ; ils dépendent notamment des phases du capitalisme. Le conservatisme ou le progressisme de l'écologisme sont fonction des structures sociales. Dans les années 1960-1970, on pouvait envisager une écologie conservatrice, conservant les structures sociales, et capitaliste (le système d'économie mixte se prêtant très bien à la planification écologique), aussi bien qu'une écologie progressiste et anti-capitaliste, à la manière d'André Gorz. En revanche, dans la configuration néo-libérale du capitalisme, l'écologie prend nécessairement une forme progressiste, pour la réforme des structures sociales, et anti-capitaliste, contre la phase présente du capitalisme. La question de savoir s'il en sera toujours ainsi à l'avenir ne peut être tranchée. Tout au plus peut-on faire remarquer qu'il n'y avait nulle nécessité à ce que les choses se passent ainsi, comme en témoigne la possibilité, non advenue, d'un conservatisme écologique technocratique.

*
* *

D'après l'examen du circuit climato-sceptique conduit dans cette partie, la société de marché produit une double impossibilité de prendre au sérieux le changement climatique.

D'une part, les conditions sociologiques et anthropologiques rendent impossibles l'existence d'un espace de discussion du problème climatique. Les idées sont devenues des marchandises, les chercheurs sont prêts à se vendre à des officines aux desseins obscurs. L'individualisation des valeurs, que la société de marché pousse à son terme, rend impossible l'existence d'un *magister* scientifique. C'est pourtant sur la possibilité d'obtenir par la discussion un certain degré de vérité que la politique climatique a été fondée, avec en particulier la création du GIEC, qui représente structurellement un tel organe chargé de dire, avec humilité et réserve, l'état de choses.

D'autre part, la violence de la réaction climato-sceptique reflète l'impossibilité de trouver une solution au sein du système économique actuel, celui qui découle de la présomption de la bienfaisance et l'efficacité des marchés. Une politique climatique ambitieuse ne peut qu'aller à l'encontre des marchés libres et sans entraves. Cette incapacité explique la reprise du thème de la politique climatique par les mouvements alternatifs, par exemple ceux de la gauche radicale.

Ce diagnostic nous invite à mieux comprendre la société de marché et son idéologie.

L'homme économique et le marché : de la théorie à la réalité

Reconnaître comme devoir du chercheur la transgression des limites disciplinaires héritées, créées et conservées par la tradition, et, pour des raisons pratiques de spécialisation, soutenues par l'enseignement et la recherche, est devenu l'essence de ma conversion à l'économie institutionnaliste.

Institutional Economics
Gunnar Myrdal (1978a)

LES CHAPITRES PRÉCÉDENTS ont exploré divers aspects de la théorie économique et de la société de marché, mis en lumière par l'étude d'un phénomène physico-économico-social inhabituel, le changement climatique. Nous avons relevé, par exemple, la croyance dans la naturalité et la stabilité du marché, l'usage de modèles totaux, fermés sur eux-mêmes, des concepts désincarnés, qui se désintéressent des réalités matérielles, une méthode de recherche *a priori*, avec un faible souci de validation empirique. Tout cela pourrait paraître n'être que des travers, que l'on pourrait corriger. Nous craignons que les phénomènes intellectuels que nous avons étudiés ne soient au contraire des symptômes d'un mal plus profond, qui touche à l'essence même de l'Économie. Il faut remonter progressivement vers le passé pour cerner le cœur du problème, qui trouve son origine dans l'autonomisation de l'Économie. Les deux chapitres prochains y sont consacrés.

Ce chapitre analyse d'abord l'origine de la méthode néo-classique. Cela permet de comprendre que les défauts d'irréalités mentionnés dans les chapitres précédents ne sont pas des accidents de parcours mais s'inscrivent dans une continuité. Le triomphe de la méthode néo-classique s'est faite au prix de séparations, qui ont expulsé du champ de la discipline économique un certain nombre de phénomènes sociaux. Cette méthode participe d'une véritable *Weltanschauung* qu'il faut analyser. Il examine ensuite deux concepts fondamentaux de la théorie Économique : celui de l'*homo œconomicus* et du marché. Il les sort de leur contexte idéologique, celui des sociétés modernes, pour mieux en montrer la relativité. L'étude de controverses en histoire ou en anthropologie économique relativise la validité de ces concepts, dans leur extension temporelle et géographique. Elle fait également ressortir les institutions qui rendent pertinents ces concepts. Dans

un dernier temps, nous montrons, sur l'exemple des négociations climatiques, comment l'universalité supposée de la théorie économique en fait un instrument de réforme du réel. La théorie économique possède donc une efficace propre, mais, dans le même temps, la négligence sur ses conditions de possibilités, c'est-à-dire son contexte institutionnel, politique et moral, voue à l'échec ses tentatives d'instaurer un monde auto-stabilisateur.

6.1 LE PARADIGME NÉO-CLASSIQUE EN QUESTION

La méthode néo-classique d'investigation des faits économiques fait un usage extensif des modèles mathématiques symboliques, comme nous l'avons vu à partir d'un exemple d'un modèle de croissance contemporain. Cette méthode acquiert un sens en relation avec un certain nombre de catégories fondamentales de la théorie économique. La méthode est congruente à des concepts qui permettent l'accès à la connaissance des faits économiques. Ces concepts épistémiques sont maintenant à interroger.

6.1.1 *Les catégories fondamentales de la théorie économique*

Les économistes ont longtemps été partagés quant à l'objet de l'analyse économique et donc à ses concepts fondamentaux. D'une manière fruste, ils se séparent entre partisans d'une approche déductive, partant de principes et déduisant des conséquences nécessaires, et tenants d'une approche inductive, partant des faits et essayant de remonter aux observations.

Les premiers économistes ne s'inscrivent pas de manière univoque dans l'une des deux tendances que nous avons définies. Adam Smith, que l'on considère comme le fondateur de l'analyse économique, participe des deux : il mêle observations très précises des faits économiques de son temps et déductions à partir de principes explicatifs. Ricardo est souvent pris comme le représentant de la méthode déductive, comme le véritable fondateur de la méthodologie économique. Il a effectivement fondé son système sur une série de lois, qui se prêtent bien ensuite à l'écriture mathématique (on connaît les travaux de Sraffa qui ont ressuscité les méthodes ricardiennes ; pour une relecture macro-économique du « système » ricardien, cf. [Cohen \(1996\)](#)). Cependant, ses lois ne sont pas des hypothèses ni des vérités *a priori*, mais abstraites de la réalité pour fournir une représentation théorique du système économique. Les faits sont analysés puis regroupés dans des principes généraux. Ces principes généraux fournissent ensuite une explication synthétique d'un phénomène particulier ([Depoortère, 2013](#)). Cette reconstruction synthétique des faits, assortie de conditions *ceteris paribus*, n'est pas une dérivation mécanique de conséquences à partir des principes. Elle témoigne d'une attention à des processus se déroulant hors du champ économique, hors des lois posées, mais qui influent sur le fait particulier ([Mouchot, 1996](#), chap. 10).

L'analyse ricardienne est située dans le contexte social de l'Angleterre du XIX^e siècle. Le déroulement de la logique économique est contrecarré par des causes perturbatrices, venues d'autres champs du social, dont l'économiste ne peut que constater la présence *ex post*. Cette méthode particulière de l'analyse ricardienne

est importante pour saisir sa postérité chez Sraffa et les Cambridgiens anglais dans l'analyse de la production et de la croissance (Nell, 1967).

On voit donc que la méthode de Ricardo mêle à la fois induction pour construire les principes généraux et déduction pour interpréter les faits. Nassau Senior est le premier à poser les bases d'une approche entièrement déductive avec des axiomes explicites (1827), le premier étant que l'homme cherche le maximum de richesse avec le minimum d'effort. À la différence de Ricardo, les axiomes ne sont pas des idéalisations des faits observés, ce sont des vérités évidentes pour tout un chacun. Alors que l'étape importante chez Ricardo est celle de l'analyse des faits qui conduit aux principes généraux, elle devient chez Senior la dérivation logique à partir des prémisses évidentes *a priori*. Les conséquences qui en sont tirées sont vraies tant que la dérivation est logiquement correcte (Depoortère, 2013). La méthode économique va suivre de plus en plus la voie ouverte par Senior.

À la méthode déductive s'oppose la méthode inductive, associée à l'école historique allemande. L'opposition des méthodes trouve doute son origine dans des stades différents des deux pays dans le processus d'industrialisation. Les concepts venus de l'Angleterre, correspondant à un capitalisme déjà formé, paraissaient inapplicables à une Allemagne en cours de transformation économique majeure. Si la première école historique (*Ältere Historische Schule*), celle de Roscher, Knies et Hildebrand, cherchait encore des lois universelles, la seconde (*Jüngere Historische Schule*), regroupée autour de Schmoller, qui s'intéressait au processus de transformation de l'artisanat en industrie, avait renoncé à établir des lois générales¹. Elle envisage l'enquête économique plus comme une collation de faits économiques qu'une déduction de lois. Elle est réputée pour ses grandes études historiques et également pour ses enquêtes sur le monde ouvrier (Bruhns, 2004). Schmoller considère que la théorie est secondaire, et il assigne avant tout des buts pratiques à l'économie politique, en particulier le conseil de l'État prussien, dans la tradition caméraliste. Les travaux de ces économistes sont marqués par un souci de réforme sociale, appropriée au contexte allemand, ce qui leur vaudra l'appellation ironique de socialiste de la chaire (*Kathedersozialisten*). Cette orientation éthique rejaillit sur leurs pratiques scientifiques, avec une importance de la connaissance précise du terrain, et le recours à des catégories globales, comme celles de peuple et d'État, dans la veine de l'idéalisme allemand². Ces concepts vont de pair avec un particularisme germanique affirmé, par opposition à l'universalisme hypocrite de l'économie politique anglaise. Ainsi la notion centrale de *Volkswirtschaft* a-t-elle un contenu symbolique beaucoup plus fort que sa traduction française d'*économie nationale* ne le laisserait supposer.

Carl Menger, économiste autrichien, s'oppose à cette approche, et surtout aux positions de Schmoller, dans le célèbre *Methodenstreit* (querelle des méthodes), dans les années 1880. Menger refuse en particulier l'usage des concepts collectifs, une véritable connaissance ne pouvant pas être obtenue à partir de ces derniers. La méthode de Schmoller hypostasie ces concepts et en fait des forces réellement agissantes. La connaissance passe par l'étude des individus. Eux seuls

1. La troisième génération de l'école historique (*Jüngste Historische Schule*) comprend avant tout Max Weber et Sombart.

2. Voir l'analyse de Karl Bücher, 6.3.

fournissent un moyen d'accéder à la connaissance, contrairement aux concepts collectifs qui ne sont que des mots mis sur une réalité. Menger introduit ainsi les principes de l'individualisme méthodologique, qui ne porte pas encore ce nom. Mais, pour Menger, contrairement à ses épigones, il ne s'agit pas d'un principe ontologique. Il ne fait pas de l'individu la seule réalité, mais seulement le seul moyen par lequel la connaissance peut être scientifique.

On présente souvent le *Methodenstreit* comme une opposition entre empirisme sans théorie et théorie sans empirisme. La situation est cependant plus complexe (Campagnolo, 2011). Les protagonistes sentent bien qu'empirisme et théorie se complètent l'un l'autre, mais ils ne sont pas d'accord sur les faits à considérer en priorité. Pour Schmoller, l'enseignement historique fournit le matériau à étudier, mais Menger nie la prééminence du matériau historique. L'expérience quotidienne est également un moyen d'accéder aux vérités théoriques, pas moins et peut-être même plus que les faits historiques. La divergence fondamentale est néanmoins bien dans le statut de l'expérience, des faits. Si, pour Schmoller, les faits constituent la texture même dont est faite la science, chez Menger, les faits sont des illustrations qui confirment la connaissance apportée par la théorie.

Le *Methodenstreit* a des conséquences importantes pour la définition de l'analyse économique. Max Weber allait reconnaître finalement le bien-fondé de cette critique, et tenter de déplacer les objectifs de l'école historique. À la connaissance des lois de l'économie pure, Weber va ajouter la compréhension de l'agent économique, plongé dans un contexte. Dorénavant, l'étude de l'économie est partagée entre une sociologie économique et une économie pure, considérée comme un domaine autonome³. Si l'école historique allemande reste hégémonique pendant quelques décennies, elle perd tout terrain après la Première Guerre mondiale, et est remplacée à l'université par le courant néo-classique. Quant aux disciples directs de Menger, qui n'avaient pu accéder à des positions académiques à cause du verrouillage de l'école historique, ils trouveront une postérité aux États-Unis, à la faveur de la tragique émigration des élites germaniques dans les années 1930 (Palmier, 1990). Cette séparation entre sociologie et économie sera un temps acceptée de part et d'autre, mais à partir des années 1970, l'économie, dont les bases se sont affermies et rétrécies, se pense à nouveau comme une science dont le dessein est d'embrasser l'ensemble du social.

Malgré les résistances de l'école historique, et les tentatives de renouveau de Max Weber, la découverte de la « loi » de la décroissance de l'utilité marginale, effectuée à peu près au même moment, vers 1870, par Jevons, Menger et Walras, va progressivement consacrer les bases purement déductives de la théorie économique. La loi fondamentale sur laquelle les trois économistes prétendent fonder la nouvelle mouture de l'analyse économique est censée être une loi psychologique dont la vérité est évidente par l'introspection. À partir de ces lois, on peut déduire l'ensemble des vérités économiques.

Jevons dans une lettre à son frère (cité par Keynes (1936b, p. 531)) décrit ainsi la pierre essentielle de son axiomatic économique : « One of the most important axioms is, that as the quantity of any commodity, for instance, plain food,

3. De ce point de vue, cette thèse se veut en amont de cette séparation disciplinaire et assume les risques méthodologiques de son positionnement.

which a man has to consume, increases, so the utility or benefit derived from the last portion used decreases in degree. The decrease of enjoyment between the beginning and end of a meal may be taken as an example. » Remarquons que l'évidence de cet axiome est tout à fait douteuse. La vérité de l'introspection ne fait que valider une analyse superficielle ou une question mal formulée. Comment comparer l'assouvissement fébrile de la faim en début de repas et la satiété contente en fin de repas ? Que déduire lorsqu'on compare l'utilité retirée d'une portion supplémentaire de nourriture entre la fin d'un repas et le début du repas suivant ?

À l'issue du *Methodenstreit*, l'analyse économique est donc déjà divisée en plusieurs écoles avec des principes différents. Mais la méthode fondée sur la déduction et l'expérience quotidienne va gagner en prééminence. L'approche subjectiviste des marginalistes entraîne la théorie Économique vers des interprétations psychologiques. La vérité acquise par des déductions de principes évidents en eux-mêmes va éloigner l'Économiste d'une étude approfondie des faits et le transformer en savant en chambre, en *armchair scientist*. Au lieu d'encourager à voir l'origine des réalités contingentes d'une époque, elle renforce les préjugés, c'est-à-dire les évidences partagées, qui trouvent leur origine dans un contexte social commun.

Ces travers de l'analyse marginaliste ont été analysés de manière originale par l'économiste marxiste Nicholas Boukharine (1919). Pour lui, l'analyse économique néo-classique représente l'économie politique du rentier. Boukharine décrit la psychologie du rentier. Le rentier vit de ses revenus, tirés de placements dans des sociétés anonymes, sans participer à la sphère de la production, sans être impliqué dans la gestion des usines. Il doit décider de ses occupations, de choisir au mieux ses plaisirs. Le rentier appartient donc à la sphère de la consommation. De plus, la couche sociale des rentiers échappe aux structures de reproduction de la société, le rentier ne participe à aucune tâche à même de le lier avec ses semblables. Dégagé de tous liens, il est profondément individualiste. Enfin, le rentier a peur des bouleversements sociaux, de la menace du prolétariat. Il vit donc dans l'instant, en croyant que sa situation se perpétuera.

Les trois traits psychologiques du rentier, Boukharine les voit se réverbérer dans l'analyse marginaliste. Le statut de consommateur conduit l'analyse vers la théorie de la consommation, alors que la production disparaît des préoccupations : la valeur-travail, fondée sur le processus productif, est remplacée par la valeur-utilité, celle du consommateur qui doit choisir entre différents produits. L'individualisme forcené du rentier trouve sa correspondance dans la méthode subjective et psychologique de l'analyse marginaliste, qui prétend construire les faits sociaux à partir des atomes que sont les individus. La peur du changement et la crainte de la révolte du prolétariat se traduisent par une vision statique opposée à une vision dynamique ; les catégories sont universelles, valables en tous temps et tous lieux, et non pas historiques comme dans le marxisme. L'analyse marginaliste est donc celle de la bourgeoisie décadente, qui a abandonné le processus de production.

Même si l'on ne s'accorde pas avec Boukharine sur le terreau social du marginalisme, on doit reconnaître qu'il brosse un portrait saisissant de vérité de l'atmosphère dans laquelle baigne la théorie Économique depuis lors. L'analyse

marginaliste redonne une vigueur à la théorie Économique, qui renoue avec ses thèmes de prédilection.

L'harmonie des intérêts, idée rectrice de l'Économie depuis le XVIII^e, dans la pratique sociale comme la conceptualisation intellectuelle — point que nous aborderons dans le chapitre suivant —, va alors trouver une déclinaison systématique sous la forme d'un système d'équations. La loi de la décroissance de l'utilité marginale permet de fonder la théorie Économique comme la science mécanique de l'utilité. Ce qui est considéré à l'époque comme un grand achèvement intellectuel. La mécanique newtonienne, et sa découverte d'une loi qui régit aussi bien les mouvements des astres que la chute des corps graves, est depuis longtemps l'archétype de la théorie scientifique, et beaucoup de savants veulent être les Newton de leur science. Walras avait cette ambition de transformer l'économie en une discipline aussi rigoureuse que la mécanique : « Il est à présent bien certain, que l'économie politique est, comme l'astronomie, comme la mécanique, une science à la fois expérimentale et rationnelle. » Le temps doit venir où « l'économique mathématique prendra son rang à côté de l'astronomie et de la mécanique mathématiques. » (Walras, 1900, p. 22)

Cette *physics envy*, c'est-à-dire « l'irrépressible besoin de décrire le monde économique et social par un système d'équations sobre et transparent » (Hirschman, 1995b, p. 198), gagne un grand nombre d'économistes à la fin du XIX^e siècle. Ceux-ci appliquent de manière systématique la métaphore de l'énergie potentielle d'une particule dans un champ de force à l'utilité d'un individu dans un ensemble de prix (Mirowski, 1987, 1991)⁴.

L'approche de la théorie Économique devient ainsi une approche purement abstraite fondée sur un système déductif d'axiomes. Les individus, entités isolées, sont posés avec un système de préférences. Les préférences sont des données, intrinsèques à l'individu, immuables ; dans le droit fil de Bentham, elles sont conçues comme un ressenti physiologique, une sommation des peines et des plaisirs. Ces préférences définissent l'utilité des situations pour l'individu ; véritable calculateur, l'individu n'est guidé dans ses actions que par cette utilité qu'il cherche à maximiser en fonction des conditions extérieures. Les individus se rencontrent sur un marché, dotés de biens qu'ils cherchent à échanger. Le prix des biens est alors introduit comme artifice pour réaliser l'échange. Du fait de leurs préférences, les individus expriment une demande en fonction des prix. Ceux-ci sont alors mystérieusement déterminés — selon la « loi » de l'offre et de la demande — pour satisfaire la demande en fonction de l'offre initiale. Sur ce marché, les individus se réduisent essentiellement à des fonctions de demande ; la coordination n'est pas intersubjective, mais se limite à la réaction au signal du prix, qui commande l'allocation des biens.

Regardons quels sont les points saillants de ce paradigme. Au niveau micro-économique, il y a la figure de l'*homo œconomicus*, individu qui maximise ses états de conscience positifs grâce aux ressources à sa disposition. Le comportement de maximisation sous contraintes est ainsi mis au centre des explications économiques. Au niveau macroscopique, on suppose qu'il existe un équilibre et

4. Ici il aurait fallu poursuivre la réflexion par la lecture de l'ouvrage de P. Mirowski, *More Heat than Light*.

qu'il est atteint. L'économie est alors dans un état atemporel, déterminé uniquement par les éléments sous-jacents que sont les individus. L'histoire n'a pas sa place dans ce schéma (voir l'opposition entre le temps historique et le temps logique en 3.4.2). Implicitement dans ce paradigme, toute la réalité est contenue au niveau des individus. L'individualisme méthodologique s'est mué en un individualisme ontologique. L'équilibre ne fait qu'exprimer les fondamentaux que sont les caractéristiques des individus et leurs dotations en biens, par l'opération des marchés. Les marchés sont pensés comme un instrument naturel. Ces structures collectives n'ont pas de réalité propre et ne sont que le rassemblement des individus.

Pourtant, la construction de l'équilibre et des marchés, même au niveau théorique, est extrêmement artificielle. La formulation rigoureuse de Walras fait intervenir un commissaire-priseur qui tient le marché. Mais ce commissaire-priseur n'est pas un *homo œconomicus* contrairement aux autres individus qui agissent sur le marché. Il est le point qui concentre la société, forclosée par l'épure walrasienne. Les structures collectives, qui avaient été évacuées de l'analyse, ne peuvent que resurgir dans les interstices des instruments qui agrègent les individus. Un autre exemple d'une réalité sociale refoulée est la monnaie, qui permet en pratique les transactions de marché. Exclue de l'analyse, elle ne peut être réintroduite qu'avec difficulté (Orléan, 1998).

Le paradigme néo-classique n'a jamais cessé d'être contesté au sein de la discipline économique. Nous avons parlé de la première querelle des méthodes entre Gustav Schmoller et Carl Menger. Les institutionnalistes américains, à la suite de Veblen, ne l'ont jamais accepté (Corei, 1995). Veblen (1898, p. 389) faisait ainsi la satire de l'*homo œconomicus*, clef de voûte de ce système : « C'est un calculateur général de plaisir et de peines, qui, comme une sorte de globule homogène, fait de désir de bonheur, oscille sous l'impulsion de stimulants qui le promènent un peu partout sans le déformer. Il n'a ni passé ni avenir. Il est un fait humain isolé, immuable, en équilibre stable sous le contrecoup de certaines forces agissantes qui le déplacent dans un sens ou dans l'autre. »

Ce paradigme ne s'est pas imposé directement, mais il prend une influence grandissante avec l'arrivée des mathématiciens économistes dans l'entre-deux-guerres. Les courants ne répondant pas au paradigme sont peu à peu marginalisés. La théorie économique conquiert peu à peu une position dominante au sein de la discipline économique.

Lionel Robbins (1932) donne la définition canonique de la théorie économique : c'est « la science qui étudie le comportement humain en tant que relation entre les fins et les moyens rares à usage alternatif ». L'analyse économique acquiert alors un objet démesurément large. Il s'étend jusqu'à devenir universel et atemporel. Il touche finalement presque n'importe quel comportement orienté en finalité, indépendamment du contexte de cette finalité. À la limite, toute action pratique en est redevable. Ces travers sont les plus évidents dans la variance autrichienne de Mises. Mises redéfinit ainsi l'économie comme praxéologie, c'est-à-dire la science de l'action efficace, ses axiomes sont censés être vrais *a priori* mais tout de même empiriquement pertinents. La seule erreur possible est l'erreur logique (Caldwell, 1984).

Une telle définition fait de l'économie une science purement formelle, intéressée par la relation entre les moyens et les fins. Il n'est plus question de la « richesse » des sociétés, le temps de l'histoire est évacué de l'économie. Ce choix d'une approche formelle se prête bien à l'usage de techniques mathématiques, en particulier celles de la recherche opérationnelle, ce qui explique les affinités électives entre le paradigme néo-classique et la mathématisation de l'économie. La mathématisation est le corollaire d'une conceptualisation à partir de concepts directement mathématiques, comme la maximisation sous contraintes. La façon de concevoir la réalité et les outils d'analyse vont de pair.

L'ampleur des transformations de l'analyse économique peut s'apprécier par l'évolution des définitions qui en ont été faites. Pour Stuart Mill, le dernier des classiques, l'économie est « la science qui décrit les phénomènes de société qui se produisent du fait des opérations conjointes de l'humanité pour la production de richesses » (Clerc, 2005). À la suite du *Methodenstreit*, John Neville Keynes, le père de John Maynard, tente de concilier les différentes écoles d'économie politique. Dans son manuel de logique économique *The Scope and Method of Political Economy* (1891), qui a longtemps fait référence, il définissait l'économie comme « l'utilisation de nos ressources avec circonspection et sagesse, de façon à en tirer un rendement maximal en termes d'utilité ». La définition de Robbins achève d'élargir considérablement le champ de l'analyse économique.

Cette conception se répandra après-guerre et donnera lieu à un mouvement d'extension de la théorie économique à l'ensemble des sciences sociales, parfois considéré comme un impérialisme de l'économie sur ses consœurs. Les grands concepts inspirés du paradigme néo-classique sont ainsi la théorie du choix rationnel, qui est une théorie du consommateur néo-classique universalisée à l'ensemble du comportement, et l'individualisme méthodologique. Avec le délitement de l'école post-keynésienne de Cambridge (Pasinetti, 2007), ce paradigme étend, dans les années 1980, son hégémonie sur l'ensemble de la discipline économique, ce qui n'empêche pas des approches alternatives de persister à se développer.

Sans nous prononcer sur l'opportunité d'importer dans les autres sciences sociales des éléments du paradigme néo-classique, nous étudierions plutôt la pertinence des catégories néo-classiques dans son champ propre. Traditionnellement, c'est en se déportant de l'endroit où ces concepts furent formés, dans les économies capitalistes avancées, que l'on apprécie mieux la relativité de ces concepts. La « découverte du Tiers-Monde » a été l'occasion d'une nouvelle remise en cause de l'universalité de ces concepts (Seers, 1963 ; Sachs, 1971). L'économie du développement s'est ainsi constituée en rompant avec l'économie conventionnelle (Hirschman, 1981a). Ce pourrait être un angle d'attaque pour délimiter la pertinence des concepts économiques conventionnels.

Nous voudrions toutefois aborder ce décentrement d'une autre façon. D'une part, par le biais des controverses en anthropologie économique, qui sont très riches d'enseignement sur la nature des hypothèses de la théorie néo-classique (6.1.2), et sur la signification du modèle de l'homme économique (6.2). D'autre part, par la question du marché, à partir d'études en économie antique (6.3). Nous verrons ainsi comment se construisent les cadres à l'intérieur desquels les concepts néo-classiques opèrent.

6.1.2 *La méthode économique en débat*

Une rencontre sérieuse entre économistes et anthropologues a eu lieu à l'occasion de la publication du livre de Melville J. Herskovits, *The Economic Life of Primitive Peoples* (1940). Cet ouvrage rassemble des faits, auparavant éparpillés dans de multiples publications, sur la vie des tribus sauvages. Concernant les aspects économiques, il prône un rapprochement entre l'analyse économique et la pratique des anthropologues, par le biais d'une meilleure connaissance chez les anthropologues de l'analyse économique et par l'abandon par l'économie de quelques-unes de ses vieilles lunes. Herskovits vise particulièrement la fable de l'*homo œconomicus* (*economic man*), qui n'est pas une réalité des sociétés primitives. Il conteste également les théories du développement économique sous la forme de stades de la civilisation, car elles reposent sur des présupposés évolutionnistes. Il souhaite que l'économie adopte de nouvelles hypothèses, plus réalistes, en accord avec les nouveaux matériaux présentés dans l'ouvrage. Pour Herskovits, il n'y a pas de « lois » de l'économie, car ces « lois » ne sont pas universelles, valables pour tout type de société. Elles ne sont observées que dans une seule société, la société occidentale. Induire des lois économiques de la seule connaissance du monde capitaliste revient à faire une inférence statistique sur une seule observation.

Frank Knight (1941) commente durement cet ouvrage, rejetant sa pertinence par une pétition de principe. Il maintient la différence cruciale de méthode entre l'économie, science déductive à partir de principes intuitifs, et les autres sciences sociales, qui sont inductives, intéressées à colliger des faits. Knight réaffirme le caractère universel du comportement de maximisation. Ce qui frappe dans cette querelle, c'est le dédain de Knight pour tout ce qui peut être vérification factuelle. Knight s'inscrit dans cette tendance formaliste, que la définition de Robbins symbolise et qui s'affirme dans l'entre-deux-guerres. L'économie est une logique déductive fondée sur des principes psychologiques évidents.

La position de Knight fait prendre l'analyse économique pour une simple logique propositionnelle, fondée sur des axiomes incontestables. Les principes de la théorie Économique sont vrais parce qu'ils sont évidents. Ils sont évidents parce que chacun peut, en sondant son propre esprit, se persuader qu'il fonctionne de la sorte. En définitive, l'introspection fonde la vérité des postulats néo-classiques. Dans une science hypothético-déductive, les hypothèses de base ou postulats conduisent à des propositions qui sont testées empiriquement. Les résultats de l'expérience permettent d'amender, s'il y a lieu, les hypothèses. La démarche scientifique repose sur une boucle entre hypothèses et expériences. La théorie Économique n'obéit pas à ce schéma. Les postulats de départ ne peuvent être mis en doute car ils sont intuitivement vrais. L'économie devient une science déductive, l'Économiste est une espèce de logicien.

The principles of economy are known intuitively ; it is not possible to discriminate the economic character of behavior by sense observation ; and the anthropologist, sociologist, or historian seeking to discover or validate economic laws by inductive investigation has embarked on a "wild goose chase." Economic principles cannot even be approxima-

tely verified—as those of mathematics can be, by counting and measuring. (Knight, 1941, p.254)

Ce genre de défense n'a fait que se renforcer depuis les premiers marginalistes. Le recours à l'expérimentation est refusé. Une fois que la révélation en a été faite, les axiomes deviennent des vérités intemporelles. Knight ne semble pas concevoir que l'on puisse mettre en doute ce schéma. Par ailleurs, il donne une image sectarisée de l'analyse économique. Il se plaint à plusieurs reprises que les concepts de l'économie soient mal définis et mal utilisés, exceptés dans quelques références bien choisies. Knight défend bien sûr une chapelle particulière, celle de la théorie économique comme le lui fait remarquer Herskovits (1941).

Les querelles sur les illustrations anthropologiques des faits économiques, ou Robinsonnades, illustrent également le fossé qui sépare l'économiste Knight de l'anthropologue Herskovits au sujet du réalisme. L'Économiste avait pris l'habitude — il ne l'a pas perdue — de raconter des fables pour illustrer son raisonnement. Ces fables se rapportent souvent à des économies simplifiées, que l'Économiste situe chez les peuples primitifs. Herskovits n'aime pas ces histoires, car elles donnent une image fausse de la vie primitive, ne faisant que renforcer les préjugés des lecteurs occidentaux. Il demande donc à ce que ces fables soient supprimées et que les économistes pourvoient à des exemples réels.

Pour Knight, en revanche, les économistes peuvent se contenter de dire que ces exemples sont hypothétiques, et cela suffit à rétablir la vérité des comparaisons entre l'économie réelle et l'économie simplifiée. En signalant que l'exemple n'est qu'une métaphore, qu'une fable, les économistes peuvent continuer à construire de toute pièce des exemples pour les besoins de l'illustration. La réponse d'Herskovits montre l'ampleur de la divergence des angles d'approche :

where comparisons must be made in the teaching and writing of economic theory and principles, a fanciful picture of human life that is unlike any human existence known to us is bad pedagogy and bad scholarship. It seems to me that no matter how explicit the hypothetical nature of an example employed to document an argument may be made, it is essentially in terms of the objective reality of the documentation that the point stands or falls, and not through the recognition of its hypothetical character. In a word, my point of view concerning scientific method is that findings must be based on fact; and that to depart from reality is to vitiate the tenability of conclusions and later statements of policy that may be based on them. (Herskovits, 1941, p. 273)

À l'opposé, pour Frank Knight, les observations ou les exemples n'ont aucune importance :

there is this important difference—that any intelligent or useful exposition of facts imperatively requires an understanding of principles, while the need for facts in connection with the exposition of principles is far more tenuous, and the “facts” which are really in question need not be facts at all in the sense of actuality for any particular point in time or space, provided they are realistically illustrative. (Knight, 1941, p. 260)

Pour Herskovits, comme pour Schmoller, les faits observés forment la base du savoir. L'interprétation des exemples est donc cruciale pour toute théorie. En revanche, pour Knight, qui s'inscrit en cela dans la suite de Menger, les principes importent avant tout, et tout le savoir réside dans ces principes et leur compréhension. Les faits sont des illustrations accessoires.

Cette première passe d'armes fait ressortir les biais méthodologiques du paradigme néo-classique : appel à l'évidence psychologique et manque d'attention pour les faits. Les axiomes néo-classiques sont évidents grâce à l'introspection. Les principes qui en découlent sont également vrais car obtenus par déduction. La théorie Économique n'est pas hypothético-déductive mais simplement déductive. Cette méthode ne fait que reconduire les préjugés des hommes qui trouvent ces principes évidents. Sous couvert de démarche scientifique, elle universalise les structures d'une société particulière. Elle tombe dans le piège du préjugé de l'absence de préjugés.

Norbert Elias a très bien expliqué les travers de cette démarche. C'est la démarche de la philosophie de la connaissance, qui cherche par introspection à définir les conditions de la connaissance, ou des jugements synthétiques *a priori*, à la manière de Descartes ou de Kant. Cette démarche est reprise par l'économie néo-classique, et elle est poussée à son paroxysme dans la praxéologie de Mises. Voici comment on peut se représenter la démarche d'un intellectuel cherchant des vérités par introspection :

Dans sa méditation solitaire, il pénètre dans une strate de sa propre pensée qu'il tient, en fonction d'un préjugé de son époque, pour non apprise et indépendante de son expérience ou de celle de quiconque. Au cours de sa tentative, il déploie un arsenal de savoir appris et notamment de notions apprises. En d'autres termes, ce qu'il rencontre en descendant dans les profondeurs transcendantes de sa propre pensée et qu'il met en lumière est une partie de cet équipement conceptuel qui lui a été transmis par d'autres et dont il se sert pour son "voyage intérieur". En somme, il interprète comme des propriétés non apprises de sa propre pensée, et ainsi de toute pensée, des concepts qui appartiennent au répertoire établi du langage et du savoir de son époque — mais nullement de toute époque — et qui, dans la forme où il les trouve, sont le produit des efforts théoriques et pratiques d'une longue chaîne de générations. (Elias, 1996, p. 70)

L'économie croît mettre au jour comme fondement de la réalité humaine l'égoïsme psychologique et le calcul des intérêts. En réalité, de par sa méthode, elle ne fait que révéler ce qui était devenu, au cours d'un processus historique de transformation sociale, une seconde nature. Nous reviendrions dans le dernier chapitre (7) sur ce processus historique. La méthode purement déductive de l'économie ne permet pas de mettre en cause les hypothèses néo-classiques. Pourtant, l'observation d'autres sociétés infirme l'universalité de l'homme économique, comme nous allons le voir.

6.2 UN HOMME ÉVIDEMMENT ÉCONOMIQUE ?

Le débat sur les méthodes de l'anthropologie économique resurgit près de vingt ans après les échanges de Knight et Herskovits. Il va se concentrer sur la pertinence des méthodes et des concepts de la théorie Économique pour l'étude des sociétés primitives. Nous nous concentrons sur la figure de l'*homo œconomicus*, être rationnel qui calcule et maximise son plaisir. Les débats entre formalistes et substantivistes cernent bien les limites de la clef de voûte du système néo-classique. Nous verrons comment la méthode déductiviste et psychologique de l'économie conduit à plaquer les réalités des sociétés contemporaines sur des sociétés pourtant bien différentes.

6.2.1 *La controverse entre formalistes et substantivistes*

La publication en 1957 de *Trade, markets and Early Empires* approfondit les thèses de Polanyi sur l'économie, déjà présentes dans *la Grande transformation* (Polanyi, 1944). Nous nous contentons ici d'en livrer un bref aperçu pour comprendre les débats entre anthropologues économistes dont nous allons rendre compte⁵.

Polanyi oppose l'économie *formelle*, c'est-à-dire l'approche néo-classique de l'économie, ou théorie Économique, qui s'intéresse aux identités formelles qui existent pour les actions guidées par une fin, et l'économie *substantiviste*, qui se définit par un objet, l'économie, dont la signification est plus proche de la science de la richesse des économistes classiques que de la praxéologie de Mises. Polanyi critique âprement les prétentions à l'universalité de l'économie formelle. Il appelle *sophisme économique* l'erreur de la théorie Économique qui assimile toute économie à une économie de marché et tout comportement à un comportement de maximisation (Polanyi, 1977, chap. 1). Il est suivi par Dalton (1961), qui reprend ses thèses. Face à cette remise en cause des présupposés du paradigme néo-classique, les anthropologues qui en sont proches réaffirment la définition formelle de l'économie et le comportement intrinsèquement maximisateur de l'être humain.

Burling (1962) fait de la maximisation l'essence de l'homme. Il relie la maximisation de l'utilité à la recherche du plaisir chez Freud ou à la minimisation de l'effort. Le paradigme néo-classique devient ainsi une espèce de monstre théorique englobant l'intégralité de la vie humaine. Tout acte humain relève du même paradigme, la maximisation, et donc de la même discipline, l'économie. Le jusqu'au-boutisme de Burling lui fait prendre conscience du vide absurde de cette théorie : « Toutes ces théories sont déconcertantes pour à peu près la même raison : toutes sont par trop simples. » (in Godelier (1974), p. 116). Poussée à son terme logique, la théorie néo-classique se vide de sa substance : « Déclarer qu'un individu s'efforce de maximiser ses satisfactions est à peine plus qu'un truisme. » (in Godelier (1974), p. 117). Il suffit de bien définir les satisfactions. La théorie englobe potentiellement tout mais n'explique en pratique rien. Burling n'ose pas en tirer les conclusions qui s'imposent, à savoir que la théorie formelle est tau-

5. Nous nous appuyons en partie sur Godelier (1974), recueil dans lequel se trouve la traduction en français des principaux textes. William Cronon donne sa recension du débat dans les appendices de *Changes in the Land* (Cronon, 1994, p. 218–221).

tologique. Théorie privée par construction de tout élément de contexte, elle a nécessairement un caractère indéterminé pour s'adapter à toutes situations.

Un autre critique de la thèse substantiviste, LeClair (1962), essaye de circonvenir le problème de la définition de l'économie, pour conserver malgré tout les catégories analytiques néo-classiques. Il refuse la définition formelle de l'économie, car cela revient à étendre le champ de l'économie à tout comportement finalisé. Il aboutit ainsi à une définition pragmatique qui évacue le problème : l'économie est ce que font les économistes. Il veut néanmoins préserver les concepts néo-classiques, ce qui le conduit à forcer les données ethnographiques pour faire apparaître un comportement maximisateur. Il interprète une enquête d'Holmberg (1950) sur les Sirionó, un peuple de Bolivie, de la façon suivante : « L'environnement ingrat est l'élément déterminant de la situation. Ceci non seulement signifie qu'un fort pourcentage de l'ensemble des efforts productifs disponibles est requis simplement pour survivre mais qu'en outre, le coût apparent des dépenses en énergie physique et psychique est suffisamment grand pour que le temps non consacré au "travail" le soit à la consommation des loisirs, repos, repas, relations sexuelles, sommeil, jeux avec les enfants, toilette, chants, danse ou libations. Il reste si peu de temps pour ces activités que tout moment qu'on peut y consacrer est précieux. » (in Godelier (1974), p. 148). À lire ce passage, on a l'impression que LeClair cherche à tout prix à rationaliser les occupations des Sirionó à partir de lunettes occidentales. Que pourraient faire les Sirionó en dehors du « travail » et de toutes les activités sociales citées ? En quoi une telle organisation sociale révèle un manque de temps ? L'auteur veut absolument voir un arbitrage travail-loisir là où ne se déroule qu'une vie sociale semblable à d'autres.

Kaplan (1968) élargit la controverse et s'interroge sur les fondements épistémologiques de l'économie. Alors que les anthropologues défendant l'approche formaliste semblent savoir comment appliquer la science néo-classique, ce débat fait rage chez les économistes. Ceux-ci ne s'accordent pas sur les fondements épistémologiques (cf. le *Methodenstreit*), ou sur le réalisme des hypothèses (Friedman). La science néo-classique est, pour certains, inapplicable car les principes formels professés ne peuvent être descendus au niveau des réalités observées.

Kaplan donne l'exemple de l'inapplicabilité, ou plutôt de l'indétermination, des concepts néo-classiques, en considérant l'étude de la société Siane due à Salisbury (1962, *From Stone to Steel*). Salisbury remarque que, chez les Siane, chaque activité demande des ressources spécifiques, qui ne sont pas mobilisées par d'autres activités. Cela ne cadre pas avec la vision formaliste d'une économie conçue comme allocation de moyens entre des fins concurrentes. Poussé par la logique inhérente au formalisme néo-classique, Salisbury doit identifier la ressource commune mobilisée en vue d'obtenir les fins. Salisbury croit que le temps est la ressource utilisée dans toutes les activités qui les rend concurrentes entre elles. Le temps mesurerait ainsi le coût des activités auxquelles un individu renoncerait en s'engageant dans une activité spécifique.

Cette imposition d'une catégorie limitante est purement formelle, car elle n'est reliée à aucun comportement dans la société Siane. Chez les Siane, le temps n'est pas une catégorie que l'on doit économiser, comme Salisbury le reconnaît lui-même « La manière dont je me sers du temps comme d'une unité de mesure semblable ne correspond à aucun des usages des Siane. » (Salisbury, 1962, p.186).

Dans ces conditions quelle est la valeur de l'explication néo-classique par une ressource rare dont on devrait maximiser le rendement ? Parler le langage néo-classique dans le cas des Siane ne peut être qu'une simple métaphore, un jeu de langage et de définitions mais qui ne nous apprend rien sur la société considérée. L'utilisation de ce langage coule artificiellement une société dans le jeu des catégories néo-classiques. La maximisation sous contrainte temporelle est mobilisée à deux reprises, dans le cas des Sirionó et des Siane, pour faire entrer les sociétés primitives dans le cadre néo-classique. Il nous faut nous arrêter sur cette échappatoire.

6.2.2 *La construction du temps*

L'usage du temps comme rareté ultime n'est pas isolé dans la théorie Économique, il constitue même une figure rhétorique majeure. Robbins la mobilisait dans son essai sur la nature et la signification de l'économie. Les théories de Gary Becker des « techniques de consommation » font un usage extensif du temps comme moyen rare (cf. p. 150). Il vaut la peine de décortiquer cette justification courante, car elle concentre l'ensemble des travers de la théorie Économique. Un changement de perspective révèle au contraire l'absence de naturalité du temps logique de la théorie Économique.

Comme le dit Georgescu-Roegen (1970, p. 71), le temps n'est pas un stock rare mais un flux sans fin. Dans le cadre statique de la théorie néo-classique, le temps est appréhendé comme un stock. Cette modélisation déficiente est la conséquence d'un cadre inadapté aux phénomènes temporels. Le temps ne peut se concevoir que dans un cadre dynamique, si possible évolutif d'un côté, et rythmé par des phénomènes récurrents de l'autre.

Indépendamment de ces problèmes conceptuels, considérer le temps comme variable quantifiable servant à la maximisation pose des problèmes de réalisme. Dans nombre de sociétés primitives, le temps n'est pas perçu comme une catégorie quantifiée, comme un flux homogène calibré. Il n'est pas dissocié des activités sociales, mais au contraire rythmé par l'organisation de la vie sociale et des cycles naturels (Le Pape, 1968). Parler de temps mesuré ne correspond pas aux réalités anthropologiques. Le calendrier est souvent lâche et marqué par des temps forts repérables. Envisager le temps comme un moyen rare est donc une projection de nos propres perceptions (d'ailleurs illogiques) sur des sociétés qui en sont dénuées.

Du point de vue de la société moderne, la construction du temps a une longue histoire. Le temps n'est pas naturel et il suppose tout un système d'appareillage pour mettre en relation des phénomènes cycliques de temporalités différentes. Il faut tout un travail pour construire des échelles de temps cohérentes de la pico-seconde au milliard d'années. La cohérence entre ces échelles n'est d'ailleurs jamais complètement assurée, comme le montre la survivance des années bissextiles, symptôme de ce décalage entre l'échelle journalière et l'échelle annuelle. La construction métrologique du temps à l'échelle de la planète, qui suppose de

mettre en cohérence le temps de différentes longitudes est ainsi un exemple des investissements⁶ de formes (Thévenot, 1985, §3).

Les récentes discussions sur la redéfinition du jour solaire moyen, pour mettre fin aux secondes intercalaires, sont ainsi le témoin de la difficulté à ordonner les phénomènes physiques, des vibrations atomiques aux révolutions astronomiques. Mais ces évolutions montrent également la nécessité pour les sociétés modernes d'avoir un temps de plus en plus prévisible. En effet, les secondes intercalaires sont une source d'imprévisibilité qui met en danger la cohérence des systèmes d'information à travers le monde, coordonnés à l'échelle atomique. La définition du jour et de l'année vont probablement passer ainsi d'une base solaire à une base atomique, ce qui à terme entraînera un décalage entre le temps mesuré et le temps perçu. On voit que les investissements de forme ne sont jamais terminés et doivent toujours être prolongés, même sur des catégories qui paraissent intuitives.

Si l'existence du temps nous paraît aujourd'hui si évidente, c'est que le temps est omniprésent dans la vie sociale des sociétés modernes. L'insertion des activités sociales dans un cadre temporel rigide est un phénomène récent, concomitant de la naissance du capitalisme. Les activités étaient auparavant très irrégulières. Avec le développement de la production de masse, il y a un besoin de synchronisation des activités. Le temps s'impose progressivement dans les fabriques et la vie sociale, d'abord avec les beffrois, puis avec les horloges, et, finalement, avec les montres, par lesquelles chaque individu porte sur lui le temps (Thompson, 1967).

Norbert Elias (1996) a donné toute sa portée sociologique à l'évolution de la présence du temps dans les sociétés. Le temps sert de repère pour les activités sociales. Dans les sociétés primitives, il est déterminé de manière discontinue. Cela correspond à une faible coordination des activités en dehors des temps forts de la vie sociale, des rituels, des cérémonies. Au contraire, dans les sociétés développées, il paraît autonome parce qu'il repose sur une machinerie sociale. Il s'agit, d'une part, des appareillages mesurant le temps mais également du tissu des interactions sociales. Le temps paraît indépendant de notre flux de conscience, parce que les activités sociales coordonnées par le temps continuent sans notre participation. Le temps acquiert une existence propre, tangible qui n'est que l'expression de la coordination méticuleuse des interactions sociales.

En définitive, l'évolution sociale vers des sociétés plus complexes et plus interdépendantes coïncide avec une détermination plus complète du temps. Avec l'allongement des chaînes d'interdépendances, et une plus forte densité d'interactions, la coordination de ces chaînes doit passer par le raffinement des mesures du temps, dans le sens d'une plus grande précision et d'une plus grande prévisibilité. La suppression envisagée des secondes intercalaires témoigne de l'intégration et de la densification croissante des échanges d'information à l'échelle de la planète par le biais des systèmes de communication, notamment satellitaires.

À côté des questions de ponctualité et de régularité, Gerschenkron (1975) a étudié l'évolution de la profondeur de l'horizon temporel des agents. À l'aide de romans russes (dont *Oblomov* de Gontcharov), il montre que l'horizon du

6. Les investissements de forme sont étudiés en détail dans la section suivante (6.3), à propos de la construction des institutions de marché.

calcul temporel s'accroît avec le développement économique. On voit ainsi que prendre au sérieux la question du temps dans les sociétés implique de toutes autres recherches que celles suggérées par la rareté intrinsèque du temps, qui n'est que l'imposition de préjugés contemporains.

6.2.3 *L'homo œconomicus formel*

Pour Dalton (1971, p. 6–7), les difficultés du débat entre substantivistes et formalistes sont dues en grande partie à des problèmes de définition. Les participants ne précisent pas ce qu'ils entendent par comportement économique, rationalité économique, maximisation. Comme ces termes ne sont pas définis clairement, on ne sait pas ce que signifie vraiment leur application à des sociétés autres que celles où ces termes ont une définition consensuelle.

À cette remarque qui va dans la bonne direction, il faut ajouter que l'ambiguïté est structurelle. Comme Burling l'a constaté, les théories de maximisation, poussées à bout, deviennent indéterminées. Il n'est pas possible de lever explicitement cette indétermination sans abandonner le caractère formel du cadre néo-classique et lui faire perdre ainsi ses attraits théoriques.

Le caractère indéterminé ne peut pas subsister dans les applications pratiques de la théorie. Effectivement, l'indétermination est levée en pratique en définissant substantiellement ce qui est maximisé. Dans un certain contexte, porté par des institutions, la théorie néo-classique fait référence à un comportement précis. Cette théorie déterminée de la maximisation est celle de l'égoïsme psychologique. L'individu cherche à maximiser ses plaisirs. Ce modèle est celui que l'on peut appeler modèle de l'*homo œconomicus* au sens strict, tandis que le modèle indéterminé est celui de l'*homo œconomicus* au sens large. Il faut donc distinguer une version formelle de la maximisation et une version substantielle de la maximisation⁷.

Intéressons-nous dans un premier temps à la version substantielle, celle de l'égoïsme psychologique. Au départ, ce modèle signifiait que l'homme cherchait à maximiser ses intérêts. Cela a été reformulé en plaisir que l'homme prend directement aux choses qu'il a acquises pour lui. Puis, une fois passé du côté de la psychologique, le modèle de l'*homo œconomicus* en est venu à inclure tout plaisir mental ressenti par l'homme. On voit donc comment le modèle s'est peu à peu étendu pour inclure plus de phénomènes. Cette inclusion ne doit cependant pas être poussée trop loin sous peine de sombrer à nouveau dans la tautologie (Hirschman, 1986a).

Ce modèle de l'égoïsme psychologique n'est pas facilement réfutable, car, du fait même de sa nature purement psychologique, il lui est facile de rajouter du plaisir ressenti pour rendre compte des faits observés, de la même manière que l'astronomie ptolémaïque rajoutait des épicycles. Par exemple, si un individu partage à égalité un bien avec un autre, au lieu de tout garder pour lui, on dira

7. Il ne faut pas confondre cette opposition entre version formelle et version substantielle de l'*homo œconomicus*, avec la distinction de Polanyi entre approche formelle et approche substantiviste de l'économie. La distinction de Polanyi se rapporte au champ de l'économie. Les termes voisins, substantiel et substantiviste, font référence à des substances différentes. Dans le premier cas, la substance est ce qui est maximisé (le plaisir psychologique), dans le second, la substance est l'objectif des relations économiques (la fourniture des besoins).

que le premier individu ressent un plaisir pour l'égalité, et on dira que l'égoïsme psychologique est validé, au mépris de la vraisemblance. Sur le plan de l'épistémologie, l'égoïsme psychologique ne passerait pas le critère de Popper, dont les économistes néo-classiques se réclament souvent. M. Terestchenko (2005, chap. 9) essaye de suivre à la trace les hypothèses de l'égoïsme psychologique, en fonction des expériences de laboratoire ou de terrain. La confrontation avec les faits conduit cette thèse à s'amender dans un sens toujours plus atténué, à nouveau infirmé par les expériences. Terestchenko montre ainsi à quelles contorsions se livre la théorie, louée au départ pour son évidence et sa simplicité, pour n'être pas réfutée. On touche à l'invraisemblance.

Cela est confirmé, entre autres, par une étude anthropologique de grande ampleur, effectuée avec des méthodes d'économie expérimentale et de théorie des jeux (Henrich et al., 2005). Parmi les jeux testés dans les sociétés étudiées, se trouve le jeu de l'ultimatum. Dans ce jeu, une somme d'argent est à partager entre deux individus, de manière anonyme. Le premier propose un partage, le second peut l'accepter, auquel cas les protagonistes reçoivent leur part de la somme, ou la refuser, auquel cas personne ne reçoit rien. Un *homo œconomicus* substantiel devrait proposer un partage du type 99 %, 1 %, et un autre *homo œconomicus* substantiel devrait accepter ce 1 % car mieux vaut quelque chose que rien du tout. Or il n'en est rien. Les résultats s'écartent beaucoup de cette norme, en termes de partage proposé comme de taux de refus.

De telles expériences devraient faire accepter le caractère defectueux des pré-supposés de base derrière la version substantielle de l'*homo œconomicus*. L'Économiste se retranche alors derrière la version formelle du modèle. Dans une recension, Binmore (2005), un théoricien des jeux, adopte cette ligne de défense : « Orthodox economic theory only requires that people behave consistently. It is then shown that they will then necessarily behave as though maximizing something. Economists call this something utility, but they emphatically do not argue that people have little utility generators in their heads. »

Binmore reprend donc la version formelle du comportement de maximisation. Comme nous l'avons vu chez Burling, le problème est que cette définition formelle ne peut rien dire sur une situation spécifique. Le retour à la version formelle de l'*homo œconomicus* se paie de l'indétermination. Voyons si l'Économiste est prêt à payer ce prix.

Lorsqu'un individu doit faire un choix, il examine quelles sont ses préférences et il choisit en conséquence. Agir en regardant ses préférences est mathématiquement équivalent à attribuer à chaque situation une utilité et à agir pour maximiser cette utilité. De la sorte, la fonction d'utilité est un raccourci de langage, une notion formelle, et les préférences qui la fondent ne renvoient pas directement à ce qui est utile pour l'agent, à ce qui sert ses intérêts « objectifs ». L'Économiste considère – et il a raison – que la fonction d'utilité peut intégrer des préférences non-égoïstes, de type altruiste : préférence pour les autres, pour la justice, pour l'équité, etc. Avec de telles préférences, une situation sera reconnue « utile » si elle est juste, égale, etc. L'Économiste a ainsi beau jeu de repousser l'accusation d'égoïsme et de prétendre qu'ils peuvent représenter n'importe quelles préférences. Ainsi, de prime abord, la « fonction d'utilité » peut très bien rendre compte de motivations qui ne sont pas égoïstes, et la version formelle de l'*homo*

œconomicus n'est pas nécessairement la version substantielle de l'égoïsme psychologique.

Toutefois, cette indifférence à l'égard des motivations intrinsèques n'est que de principe. Elle est un trompe-l'œil. En pratique, cette indifférence se résout positivement dans le retour à l'égoïsme psychologique. Pour bien comprendre comment s'opère ce revirement, il faut regarder en détail comment les préférences sont construites.

Comme les préférences d'un individu ne sont pas *a priori* connues, l'Économiste prétend les déduire des choix que l'individu a faits. Mais il y a là un cercle logique : alors que les préférences sont censées expliquer les choix (on choisit ce qui maximise son utilité, c'est-à-dire ce que l'on préfère), on a en fait besoin de connaître les choix pour déduire les préférences. De telle sorte, la théorie n'est plus qu'une explication *ex post* d'un choix, une rationalisation de ce qui a été observé. Par exemple, si j'aide quelqu'un, je révèle mes préférences altruistes, si je n'aide pas quelqu'un je révèle mes préférences égoïstes. En adoptant une définition purement comportementale des préférences, la théorie devient une tautologie formelle. En définitive, elle explique que l'on a fait ce qu'on a fait parce qu'on l'a fait. Cette indétermination rend la théorie complètement creuse, triviale. C'est ce qu'avait vu Burling.

Nous voici au cœur du problème que soulève la version formelle du modèle. Pour que la théorie ne soit pas triviale, l'indétermination à l'égard des motivations doit être levée. Le poids des mots (la fonction d'*utilité*), la tradition historique (le calcul des peines et des plaisirs de Bentham, par exemple) font que cette indétermination est levée en général, et souvent de manière inconsciente, en supposant des préférences égoïstes, intéressées. En pratique, l'Économiste suppose donc des individus égoïstes, mais, lorsque le reproche leur en est fait, ils peuvent s'appuyer sur la théorie et prétendre pouvoir incorporer d'autres types de préférences. Le modèle de l'*homo œconomicus* de l'approche formelle possède donc une structure à deux niveaux qui rappelle les jeux de l'évocation et la logique de l'alibi (1.4.3). Ici, l'information vraie, le modèle tautologique formel de l'*homo œconomicus*, a un sens pauvre, car indéterminé. Au contraire, la représentation insinuée, le modèle substantiel de l'égoïsme psychologique, a un sens précis et large, déterminé. Le vide de la théorie formelle est comblé par le contenu substantiel de l'égoïsme psychologique.

Les débats en anthropologie économique nous ont permis de préciser le contenu du modèle de l'*homo œconomicus*. Le modèle néo-classique a une structure duale, partagée entre un registre formel et un registre substantiel.

Dans le registre formel, le théoricien doit d'abord observer la situation pour en déduire *ex post* ce qu'il croit que les agents ont maximisé. Une vision formelle est trop générale pour renseigner en quoique ce soit. Pour être opératoire, elle doit être spécifiée en précisant *ex ante* ce que les gens vont maximiser. La théorie néo-classique est à la fois un modèle formel et, en sous-jacent, un modèle spécifique de maximisation qui vient combler l'indétermination de la théorie formelle. Ce modèle spécifique est celui de l'égoïsme psychologique, celui de l'homme comme calculateur hédoniste maximisant ses propres plaisirs. Ce modèle de l'*homo œco-*

nomicus est peu vraisemblable au vu des recherches anthropologiques ou des observations d'économie expérimentale.

La structure duale du modèle de l'*homo œconomicus* l'immunise contre toute tentative de réfutation. Le passage d'un registre à l'autre permet d'esquiver les critiques. L'indétermination du modèle formel permet de l'appliquer à toutes sortes d'agents. Elle donne ainsi une remarquable continuité à la théorie économique, en même temps qu'une indifférence au contexte propre.

6.3 UN MARCHÉ NATUREL ?

L'usage de concepts formels désincarnés, dématérialisés, indépendants du contexte tend naturellement à faire passer la théorie économique pour universelle. Nous avons vu les apories et les à-peu-près auxquels conduisait l'application irréfléchie de la théorie économique aux sociétés primitives. Un autre terrain d'épreuve de l'universalité de la théorie économique est celui de l'histoire économique des sociétés anciennes. L'examen des controverses en histoire économique de l'Antiquité va nous permettre de mettre une nouvelle fois en cause l'universalité de l'économie, et ensuite de mieux appréhender la naissance du marché.

L'étude de l'économie antique est traversée par l'opposition entre primitivistes et modernistes, qui naît à la fin du XIX^e. Karl Bücher est l'un des premiers à avoir étudié l'Antiquité d'un point de vue économique. Dans son livre *Die Erstehung der Volkswirtschaft* (*Naissance de l'économie nationale*, 1893), il propose une théorie du développement économique en trois stades : l'économie domestique fermée, qui caractérise l'économie antique, l'économie urbaine, celle du Moyen âge, et l'économie nationale, celle de l'époque moderne (Bücher, 1893). Ces stades représentent non seulement une succession historique, mais également logique. La théorie de Bücher s'inscrit donc dans une philosophie de l'histoire, et elle est en cela typique de l'idéalisme allemand.

Pour Bücher, l'économie antique est celle d'une production domestique auto-consommée et dont parfois le surplus est vendu. La division du travail existe mais il n'y a pas de catégories professionnelles qui ont un sens économique. L'argent est simple réserve de valeur et non capital. Dans ce mode de fonctionnement, l'échange et le commerce sont mineurs (Wagner-Hasel, 2004).

La théorie idéaliste de Bücher avait, on s'en doute, quelque chose de schématique et s'accordait mal avec les sources. Mais la réponse des philologues de l'Antiquité fut inadéquate. Eduard Meyer le premier attaqua la reconstruction de Bücher en prétendant que l'économie grecque était semblable à l'économie capitaliste. Le commerce témoignait d'une division du travail et de l'existence d'industrie. À la vision primitiviste de Bücher, pour qui l'économie antique était archaïque, Meyer opposait une vision moderniste, pour laquelle il n'y avait pas de différence de nature entre l'économie antique et l'économie moderne capitaliste.

Si la théorie des stades n'était pas acceptable en l'état, Bücher a eu le mérite de sentir la différence de nature entre l'économie grecque et l'économie capitaliste moderne, contrairement à ses antagonistes modernistes. La suite du débat, conduite en des termes plus posés, montra que l'industrie grecque n'était qu'une

extrapolation hasardeuse à partir des sources. Les modernistes avaient entièrement imaginés l'économie grecque à l'image de l'économie capitaliste. Le point important qui émergea de la controverse entre primitivisme et modernisme fut l'originalité de l'économie antique, par rapport au capitalisme moderne (Will, 1954). Les rapports entre économie et politique, les formes de production et de commerce sont profondément différents de ceux que l'on peut appréhender en projetant les catégories économiques modernes sur une réalité antique.

Cette tendance à différencier l'économie antique de l'économie capitaliste n'a fait que s'accroître avec les travaux de Moses Finley, qui a profondément remodelé le champ historiographique (Andreau et Etienne, 1984). Si les conclusions s'éloignent de la lettre de Finley, elles en gardent l'esprit (Andreau, 1995). L'économie dans l'Antiquité est désormais appréhendée pour elle-même, ce qui en fait ressortir les traits originaux et étrangers à notre propre économie. En insistant sur la différence entre l'économie antique et le capitalisme, il ne s'agit pas de les opposer terme à terme. Notre propos est de relever les écueils où nous entraîne le regard porté sur cette période, lorsqu'il est guidé par les lunettes de la théorie économique néo-classique.

L'insistance sur les différents modèles possibles d'économie va à l'encontre des présupposés néo-classiques, qui voient dans l'économie un modèle universel d'échange se développant à travers l'histoire. Cela ne veut pas dire que l'économie antique ne présente absolument aucun trait de ressemblance avec l'économie capitaliste moderne. Cependant, il ne faut pas se faire piéger par les apparences. Le même mot ne renvoie pas forcément à la même réalité. La monnaie existe déjà dans l'Antiquité, mais elle n'a pas les mêmes fonctions que dans une économie capitaliste (Polanyi, 1977, chap. 9 ; Polanyi, 1957a, 1966). Derrière les mots, il faut voir les choses, et plus encore que les choses, les inter-relations entre ces choses, c'est-à-dire les différences structurantes. Des approches comme celles des institutionnalistes paraissent plus fructueuses aux historiens de l'antiquité, car elles font la place à une diversité de formes et d'arrangements socio-économiques (Andreau, 2001), là où la théorie économique ne connaît qu'un principe organisateur, celui du marché. Celle-ci projette ses propres catégories sur la période étudiée, de telle sorte que toute l'histoire de l'humanité paraît relever d'un modèle unique. Voilà l'enseignement qui importe pour notre propos.

6.3.1 *Le marché et l'agora*

On peut mettre cet enseignement en pratique pour une des catégories centrales de la pensée néo-classique, celle du marché. Polanyi (1977) a essayé de découvrir l'origine des différents éléments de marché dans la Grèce antique.

Il faut distinguer les marchés locaux et le commerce extérieur. Ces deux types de mouvement de biens ne concernent pas les mêmes hommes et les mêmes institutions (Polanyi, 1977, chap. 13). Prenons le cas d'Athènes, au cours du ^{ve} siècle. L'agora était une place de marché locale, certainement pour distribuer de la nourriture cuisinée. Il s'agit d'une spécificité grecque, inconnue des Perses. Cette institution est essentielle pour le régime démocratique athénien. En fournissant sur le marché de la nourriture prête à manger, la cité permet ainsi aux citoyens de se livrer aux affaires publiques. De plus, elle les affranchit de la dépendance

des grandes maisons aristocratiques, qui nourrissaient leurs commettants par de grands banquets. L'agora assure une distribution de nourriture, affranchie des puissants et sans bureaucratie (Polanyi, 1977, chap. 12). Le fonctionnement de ce marché est peu connu mais il est très réglementé. L'accès à l'agora est une prérogative du citoyen. L'agora n'était pas un marché faiseur de prix.

Pour le commerce extérieur, la priorité d'Athènes était d'assurer son approvisionnement en céréales, car l'Attique produisait moins de blé qu'elle n'en consommait. Périclès a concentré les efforts des Athéniens pour s'assurer la domination sur le commerce du blé en provenance du Pont et de la mer Noire. Les moyens de ce commerce étaient essentiellement des moyens militaires et diplomatiques. Des traités créaient des ports de commerce (*emporium*), et garantissaient les conditions de l'échange. La sécurité du commerce extérieur est dépendante de la politique navale de la cité. Le commerce est un commerce administré. Cette chaîne d'approvisionnement d'Athènes est perturbée à deux reprises, par la guerre du Péloponnèse et les conquêtes d'Alexandre le Grand. L'expansion macédonienne va accaparer les ressources en blé de la mer Noire et désorganiser les routes commerciales. La fin de l'accès au blé de la mer Noire se traduit par une famine importante à Athènes entre 330 et 326. Cette famine est le résultat de facteurs organisationnels et non pas d'une pénurie de production dans la Méditerranée orientale (Polanyi, 1977, chap. 14).

C'est à ce moment que Polanyi voit la construction d'un premier marché mondial des céréales. Ce marché mondial ne naît pas des éléments du commerce extérieur, qui était un commerce administré destiné à amener le blé vers un endroit précis et non à répartir le blé « rationnellement ». Il naît en réalité de la volonté d'Alexandre d'unifier l'Est et l'Ouest de la Méditerranée orientale. Il avait sans doute également en vue la centralisation du commerce des céréales, qui jouait un si grand rôle dans l'approvisionnement des cités. Cléomène de Naucratis était satrape d'Égypte au service d'Alexandre. Il combine les éléments de marché de la Grèce et les techniques de distribution de l'Égypte pour organiser un système de répartition du blé à l'échelle régionale. Le point focal du système est Rhodes, où s'effectue la répartition des céréales. Les agents de Cléomène à Rhodes reçoivent en effet des informations sur les prix dans les ports de commerce grecs par des agents situés dans ces ports. Le blé arrive à Rhodes d'Égypte où il est rassemblé par l'administration de Cléomène. Les agents à Rhodes jouent donc le rôle de répartiteur du grain et l'envoient là où les prix sont les plus élevés (Polanyi, 1977, chap. 15). Les quantités de blé se déplacent en fonction de prix. Ce système assure l'allocation rationnelle des ressources en blé dans la Méditerranée orientale.

Le système de Cléomène a conservé une très mauvaise réputation historique, du fait du poids des sources athéniennes dans la documentation. Les Athéniens se sont en effet opposés de manière virulente à ce système car ils y ont vu une menace pour l'indépendance politique de leur cité. Ils ont tenté d'ouvrir une nouvelle route commerciale vers l'Adriatique pour assurer directement leur approvisionnement. On voit ici la différence entre les deux façons d'envisager l'administration du commerce extérieur.

Ce « marché » n'a donc rien de naturel mais est construit par un réseau d'agents. Il perdure pendant les premiers temps de l'Égypte ptolémaïque. Cette organisa-

tion de la distribution des céréales ne pouvait venir que d'une entité étatique. Pour que les prix jouent un rôle d'orientation des échanges et, plus tard, des comportements de production, il faut en effet un dispositif conséquent qui apporte en un point central l'information sur les prix dans tel ou tel port. Ensuite les agents au centre de ce dispositif peuvent répartir les quantités de grains selon les informations fournies par les prix. Mais cette allocation n'est possible que grâce à une infrastructure d'échange d'information qui n'avait rien de donnée à une époque où l'échange d'information supposait le déplacement de personnes avec des conditions périlleuses de navigation. Une personne privée n'aurait pas pu mettre en place une telle infrastructure de collecte de l'information sur les prix pour pouvoir profiter des opportunités d'arbitrages, comme on dit de nos jours. La première structure de marché de l'Histoire est donc le fait d'une structure administrative.

Cet exemple rend patent le construit social derrière l'institution du marché. On voit également, dans cet exemple historique, la centralisation implicite au marché, que le modèle walrasien exprime sous la figure du commissaire priseur. Ici le commissaire priseur est Cléomène de Naucratis. Inutile de dire que c'est également lui qui empêche les profits du commerce. La caisse du Trésor contenait 8 000 talents à la mort de Cléomène, à une époque où un homme très riche possédait tout au plus 160 talents.

6.3.2 *Le marché du blé à Chicago*

Dans cet exemple antique, un réseau collecte l'information et la condense en un point pour former un embryon de marché. Voilà qui ne s'accorde avec l'idée intuitivement évidente du marché comme instrument décentralisé. On peut objecter que ces conditions reflètent un état très reculé des communications et que, à part cette situation restrictive, le marché est quelque chose de naturel. Ce genre de concession pour mieux conserver l'essence de la naturalité de marché est autant voué à l'échec qu'une position maximaliste.

On peut suivre les échanges de céréales pour comprendre comment s'établissent les marchés. Transportons-nous dans le temps et dans l'espace, dans les États-Unis du XIX^e, où les communications longue distance sont possibles, à un coût nettement plus réduit que dans la Grèce antique, grâce au télégraphe. Va-t-on voir se développer naturellement un marché du grain, avec des opérateurs de marché déplaçant le grain d'un endroit à l'autre pour faire un maximum de profit? L'évolution des structures économiques va effectivement arriver à quelque chose comme un marché, mais cela demande un certain nombre d'innovations institutionnelles, qu'il est intéressant de suivre pour mieux pénétrer la supposée naturalité du marché. Des caractéristiques différentes du précédent exemple vont ressortir. On suit ici l'exposé magistral de [Cronon \(1991, chap. 3\)](#), dans son histoire de Chicago et du Midwest américain.

Jusqu'à la décennie 1840, les grains sont vendus du producteur à un négociant, qui les revend au consommateur. Il n'y a quasiment pas d'intermédiaire. Les grains circulent dans des sacs marqués au nom du propriétaire, suivant un trajet semé d'embûches, par caravane puis par bateau, le long du Mississippi. Il y a là une traçabilité parfaite. Le négociant sait exactement à qui il a acheté ses grains.

Un sac de grains n'est pas l'équivalent d'un autre sac de grain, il est identifié par la marque du propriétaire. Chaque sac a une histoire différente, il appartient à un fermier qui l'a produit.

Si ce système permet un suivi des produits et donc une relation entretenue entre un fermier et un négociant qui connaît ses produits et sa façon de cultiver, il engendre en revanche des coûts de transports importants, à cause de la manutention des sacs lors des chargements et déchargements des cargaisons. L'arrivée du transport ferré ne va rien changer dans un premier temps, si ce n'est que les sacs de blé du Midwest vont plutôt prendre le chemin de Chicago que celui de Saint-Louis et de la Nouvelle Orléans. Alors que le transport fluvial, par Saint-Louis, est géré par une myriade de petits négociants, le transport ferroviaire, par Chicago, est géré par quelques compagnies seulement. Pour faire baisser les coûts et le temps de transport, éviter la congestion et rentabiliser le matériel, les compagnies ferroviaires vont faire disparaître les sacs de blé. Le blé est maintenant chargé dans les wagons *en vrac*, puis déchargé à l'arrivée dans un élévateur qui monte le grain dans d'énormes silos. Tout est automatique et demande moins de temps et de main d'œuvre. Tandis que le déchargement des sacs demandait du travail humain, l'élévateur est entraîné par la machine à vapeur⁸. Cette transformation capitale ne se fait pas sans les réticences des fermiers. Ceux-ci doivent accepter d'abandonner les sacs qui étaient des marques de propriété sur leurs grains, et qui les distinguaient des autres. En aval, les acheteurs vont recevoir non les grains du propriétaire à qui ils ont acheté, mais des grains équivalents.

Pour faire accepter que les grains soient mélangés, le *Chicago Board of Trade*, une association qui rassemble des négociants en grains, va devoir définir en quoi des grains sont équivalents. L'équivalence des grains est assurée par l'établissement de standards de qualité, qui stipulent les caractéristiques des grains correspondant au standard. En 1856, le *Board* propose trois standards de qualité différents (Cronon, 1991, p. 116). À l'intérieur d'une même qualité les grains seront réputés être équivalents. De la sorte, les grains de blé, éminemment distincts par leur origine, leur maturité, leur humidité, vont être rendus homogènes, au sein d'une même qualité. Les fermiers vont recevoir au moment de leur chargement des coupons témoignant qu'ils ont donné aux entrepôts une certaine quantité de blé. Le découpage du blé en catégorie de qualité n'est pas simple. La qualité n'est pas un concept arithmomorphe⁹, elle est multiforme et n'est pas réductible à une série de nombres. Il faut introduire des coupures dans le réel pour la réduire à un label. Ces coupures sont la création nécessaire du processus d'homogénéisation des quantités.

L'existence d'un marché des grains suppose donc un processus d'homogénéisation des grains, couplé à une différenciation discrète des grains en qualité. La transformation du grain en marchandise demande donc des agrégats homogènes de biens qui se distinguent absolument les uns des autres. Mais la réalité des grains est toujours continue, sans séparation étanche entre catégories. De sorte que le processus d'homogénéisation et de différenciation fait naître la possibilité d'un jeu de transformation entre les grains de différentes qualités. Cela a maintenant un sens de mélanger du grain de mauvaise qualité avec du grain de

8. Cf. la discussion de l'énergie dans la révolution industrielle, 2.3.

9. Cf. 1.4.5 pour une discussion de l'arithmomorphie.

bonne qualité pour obtenir du grain de qualité moyenne, mais qui se vend plus cher. Les possibilités sont multiples et peuvent être subtiles. Les opportunités de profit viennent en partie de l'impossibilité de définir la qualité de manière univoque et irrévocable. En faisant jouer le flou des définitions de qualité, le négociant habile peut espérer gagner plus d'argent à partir d'une quantité donnée. Les standards socialement construits créent les opportunités d'arbitrage.

Ces arbitrages nouveaux vont donner lieu à des contestations des standards de qualité de la part des fermiers qui estiment que les négociants leur volent une partie de leurs revenus. Le système de différenciation discrète des qualités force le blé vendu par le fermier à rentrer dans un standard, il oblitère nécessairement une partie des qualités du blé vendu, et réduit la marge de négociation du fermier. De manière structurelle, le système de marché et des niveaux de qualité ne peut faire justice à la variabilité infinie de la valeur des grains. Jusqu'à dix niveaux de qualité différents vont être distingués, sans que cesse ce problème.

Les négociants reçoivent également des coupons, en contrepartie de l'achat d'une quantité de blé. Ces coupons sont en quelque sorte des droits de propriété sur les grains stockés dans les entrepôts. Ils peuvent s'échanger sans que le blé ne change de place, toujours entreposé dans des silos : ces coupons deviennent une quantité abstraite de valeur, l'analogue d'une monnaie. Auparavant, échanger « du » blé était impossible. On ne pouvait acheter que certains sacs qui étaient dans un certain convoi vers une certaine destination. Dans ces conditions le fameux arbitrage est quasiment impossible. Avec le système de marché, « le » blé acquiert une réalité. Des quantités de blé, représentées sous la forme de coupons, peuvent être échangées sans problème en un point central. Une quantité de blé, dûment normée, est équivalente à la même quantité de blé de la même qualité. Le blé est devenu une marchandise. Le marché n'est pas un mode naturel d'interaction, mais repose sur un réseau construit, qui regroupe acteurs, normes et appareils. Dans notre exemple, la réussite de la construction du marché passe par une innovation technique, qui crée un avantage à la centralisation, un système d'échelle de qualité et une autorité centrale, le *Chicago Board of Trade*, qui régule le marché. Le système de marché est donc soutenu par un ensemble d'artefacts, réseau de chemin de fer, élévateurs à grain, inspecteurs de qualité, bureau du *Board*...

Ce système va engendrer une autre nouveauté : les dérivés futurs, c'est-à-dire la promesse de livrer à une date donnée une quantité convenue de blé. Cette innovation financière va avoir des conséquences impressionnantes, puisque l'on peut dorénavant acheter du blé en avance, le commerce peut s'effectuer toute l'année, indépendamment des saisons. Bien sûr, les premiers marchés financiers provoquent également des désordres ou paniques dans la Bourse, lorsque un petit nombre de négociant arrive à accaparer le marché en captant toutes les ressources en grains à un moment donné (Cronon, 1991, p. 127-132). Ainsi un marché est créé et Chicago est toujours aujourd'hui une des premières places mondiales pour le commerce des matières premières.

6.3.3 Les investissements de forme

Le blé n'est qu'un exemple parmi d'autres. Les produits pétroliers répondent à la même logique. Ils sont standardisés par catégorie, et il est possible par des mélanges de profiter des écarts de prix entre certaines catégories. Ils peuvent s'échanger sur certaines places financières sans que cela affecte le parcours des produits physiques. On voit dans l'exemple du marché du blé de Chicago, l'importance des notions de qualité pour rendre homogène ce qui ne l'est pas de manière évidente au départ. Les parties en présence doivent s'accorder sur des standards représentatifs, suffisamment nombreux pour rendre compte de la diversité des situations, mais suffisamment restreints pour rendre praticables les échanges. La vérification des standards de qualité implique une métrologie spécifique. Thévenot (1985) a proposé d'appeler ce type de travail un investissement de forme. L'investissement de forme est « l'établissement, coûteux, d'une relation stable, pour une certaine durée » (Thévenot, 1985, p. 26), qui a été au départ étudié dans le cadre du marché du travail. « L'analyse des investissements de forme met l'accent sur les opérations qui doivent être engagées pour que les biens acquièrent de la généralité (de l'objectivité) par l'établissement de rapports d'équivalence » (Eymard-Duvernay, 1989, p. 334). C'est à partir de ces travaux que s'est développée l'économie des conventions (Orléan, 2004).

On voit ainsi que les biens ne sont pas *a priori* homogènes et définis de manière univoque. Il faut tout un appareillage pour mettre en équivalence des biens particuliers et produire un bien homogène, général. Les manuels de micro-économie décrivent le choix du consommateur en terme d'un panier de biens (x_1, \dots, x_n) , dont les quantités sont assimilables à des nombres réels. Orléan (2003), à la suite de Benetti et Cartelier (1980), a proposé de nommer hypothèse de nomenclature cette convention de description du réel. C'est une hypothèse cruciale pour la construction de l'équilibre général. Grâce à cette structure, les individus peuvent en effet se coordonner uniquement sur les prix de ces quantités homogènes que sont les biens 1 à n , prix calculés par le commissaire-priseur.

Cette structure n'a rien de naturelle, mais résulte, nous l'avons vu, d'une construction sociale et d'investissements de forme. Les manuels de micro-économie passent sous silence cette construction et prennent comme évidence ce qui est au contraire un travail constamment recommencé de nomenclature. Les manuels ne sont pas les seuls à prendre comme évidence l'homogénéisation et la différenciation discrète des biens. Joseph Schumpeter (1933, p. 5), lors de la fondation de la société économétrique, déclare que l'économie est la plus quantitative de toutes les sciences, physique compris. Si les physiciens doivent toujours inventer des appareils pour mesurer leurs quantités, « some of the most fundamental economic facts, on the contrary, already present themselves to our observation as quantities made numerical by life itself. » Cinquante ans plus tard, Gérard Debreu (1984, p. 268), dans son discours du prix de la Banque de Suède en l'honneur de Nobel, croit toujours en la naturalité des mathématiques : « The fact that the commodity space has the structure of a real vector space is a basic reason for the success of the mathematization of economic theory. »

L'espace des biens n'est pas d'emblée un espace vectoriel réel, et cette raison ne peut être invoquée pour expliquer trivialement le succès des mathématiques à

l'économie. Le point central, occulté par la naturalité des marchandises, est l'imposition sur le réel d'une structure homogène mais différenciée. Une fois qu'elle a réorganisé le réel, cette structure permet de traiter les biens économiques comme les éléments d'un espace vectoriel. Le succès de la théorie mathématique est spécifique à un espace construit pour être rendu homogène et calculable (Mirowski, 1991). L'application des mathématiques aux réalités économiques est conditionnée par l'existence de processus d'homogénéisation et de différenciation discrète, elle est toujours fragile car ce processus peut toujours être remis en question, et la fragmentation faire place à l'homogénéisation (voir les analyses d'Aglietta et Orléan (1982) sur la monnaie). Loin d'être l'essence de la réalité, les mathématiques sont le corollaire de la réduction arithmomorphique de la réalité par les investissements de forme.

Les investissements de forme sont parfois « l'utilisation des modèles économiques aux fins de réformer le réel en le rendant conforme à son concept » (Orléan, 2011, p. 110), créant une boucle performative entre les modèles et la réalité. Ainsi, c'est parfois la théorie Économique qui sert de référence pour la construction de marchés concrets (Garcia, 1986). Nous allons voir, dans la partie suivante, comment s'est opérée la jonction entre la théorie Économique et la performance du réel dans le cas de la construction du marché carbone.

6.4 L'ERREUR DE CADRAGE DE LA THÉORIE ÉCONOMIQUE

Les dispositifs étudiés dans les paragraphes précédents, ceux qui sous-tendent l'existence des marchés et de l'*homo œconomicus*, peuvent nous aider à comprendre la manière dont l'Économie a formaté les solutions pratiques au changement climatique. La principale solution aujourd'hui en construction est celle d'un marché mondial de droit d'émissions de GES. La construction du marché mondial constitue une expérience grandeur nature de l'application de la théorie Économique.

Cette partie veut montrer principalement deux choses : d'une part, à l'image des précédentes, montrer que le marché carbone et le calcul des agents économiques sont des données construites, à l'aide d'appareillages et de gabarits cognitifs. Il s'agit toujours d'aller à rebours d'une certaine naturalité et d'une certaine évidence du marché et de son fonctionnement bénéfique. D'autre part, montrer comment la théorie Économique est une force motrice majeure de cette construction. Le monde abstrait et dématérialisé de l'Économie pousse dans le sens de recettes simples, parfois en dépit de l'analyse économique. Ces recettes simples, comme un prix unique pour le carbone ou la mise en place d'un marché de permis, forment des attracteurs idéologiques auxquels se réfèrent les acteurs. Ce lit de Procuste ne peut que faire échouer la lutte contre les émissions de GES. Les controverses qui accompagnent ces solutions font resurgir les questions politiques derrière le choix des instruments et des appareillages.

Notre analyse du chapitre 4 a montré la tendance de la théorie Économique à privilégier une prise en compte intégrale du problème, à en transcrire économiquement toutes les données. Elle s'engage dans une estimation des coûts et des bénéfices du changement climatique. En évaluant les actions à mener de cette manière, la théorie Économique prétend agir de façon purement positive : elle promeut une modification qui arrange la situation de tous. Ces évaluations

utilisent des modèles de croissance, comme le modèle de Ramsey, qui en fait imbriquent le normatif et le positif. Cette confusion entre ses prétentions positives et ses jugements normatifs est flagrante dans le traitement du taux d'actualisation.

Après la question de l'évaluation, nous allons dans cette partie nous intéresser aux instruments préconisés par l'Économiste. Quelle est la vision de l'Économie sur le sujet? Dans un premier temps, nous nous attachons aux positions orthodoxes. Selon les canons de la théorie Économique, le prix du carbone doit être unique à l'échelle mondiale pour égaliser les coûts marginaux d'abattement. Dans un deuxième temps, nous mettons en cause les idées simples de la théorie Économique en interrogeant une des notions-clefs du raisonnement, celle de coût d'abattement. Nous montrons alors que l'analyse économique peut légitimer des solutions plus complexes et plus différenciées que celle de la théorie Économique. Dans un dernier temps, nous montrons comment le processus de construction d'un accord mondial sur le climat emprunte, malgré toutes les bonnes raisons pour ne pas le faire, la voie suggérée par la théorie Économique, avant de finir dans une impasse.

6.4.1 *La norme du prix unique*

La théorie Économique, en tant que science de l'allocation efficace des moyens rares, propose une analyse canonique du réchauffement climatique et fournit une réponse automatique aux problèmes soulevés. Du point de vue de la théorie Économique, le changement climatique trouve son origine dans le libre déversement des GES dans l'atmosphère. Une ressource, comme la capacité d'absorption des GES, mise à disposition gratuitement, subit généralement une sur-exploitation, qui la détériore. Le réchauffement climatique n'est que la manifestation de la surexploitation de la capacité de l'atmosphère à absorber des GES (Nordhaus, 1982).

L'identification du problème par la théorie Économique dicte une solution simple : il faut mettre un prix sur cette ressource. Avec un prix, les agents économiques internaliseront l'existence d'une capacité limitée et restreindront donc leur usage d'une ressource limitée. Le bon niveau de prix permettra d'atteindre le niveau optimal d'utilisation de la capacité d'absorption de l'atmosphère, celui où les coûts de la restriction de l'usage compenseront les gains. La théorie Économique est ainsi parfaitement adaptée pour gérer la capacité d'absorption de l'atmosphère, elle permet de réaliser l'allocation efficace et optimale de cette ressource rare comme de toutes les autres.

Voilà le raisonnement de l'Économiste. La solution au changement climatique passe par la mise en place d'un prix sur les émissions de GES. Une caractéristique importante de ce prix est qu'il doit exister à l'échelle mondiale. Les GES sont en effet des polluants globaux : indépendamment du lieu d'émission, ils agissent sur l'ensemble des pays du globe en modifiant les conditions climatiques à long terme. Contrairement aux polluants locaux, dont l'effet est circonscrit autour du lieu d'émission, les GES ne déploient leurs conséquences qu'au niveau mondial. De plus, seule la résultante des émissions, quand on les agrège à travers tous les pays et tous les secteurs, compte. La régulation n'a de sens qu'appliquée à tous les points d'émissions dans tous les pays. De par la nature globale de

l'externalité considérée, la solution doit s'appliquer à tous. Le prix doit donc être un prix mondial, puisque la limitation des émissions de GES dans un seul pays n'aurait pas de sens.

Selon les enseignements de la théorie Économique, ce prix des émissions de GES doit être unique. En effet, chaque acteur économique soumis à un prix des émissions de GES égalise le prix avec le coût marginal de réduction de ses émissions. Si le coût marginal de réduction des émissions était inférieur au prix, l'agent aurait intérêt à réduire un peu plus ses émissions. Cela ne lui coûterait que le coût marginal de réduction mais il économiserait le prix des émissions. Il fait donc un profit tant que le coût marginal de réduction n'est pas égal au prix des émissions. Pour comprendre pourquoi le prix doit être unique, il faut enfin remarquer que le coût marginal de réduction des émissions doit donc être le même partout, pour minimiser les coûts de la réduction des émissions. En effet, supposons que dans une entité A le coût marginal de réduction soit de c_A , et dans une entité B de c_B . Si les coûts sont différents, par exemple supérieurs dans l'entité A ($c_A > c_B$), alors on peut trouver un échange mutuellement avantageux entre l'entité A et l'entité B : l'entité A augmente à la marge ses émissions et paye l'entité B pour les réduire d'une quantité équivalente. Cette transaction, qui suppose un transfert de fond entre les entités, fait apparaître un surplus $c_A - c_B$ qui améliore globalement la situation, un surplus que les deux entités peuvent se partager.

Pour des raisons d'efficacité, les coûts marginaux de réduction des émissions de GES doivent donc s'égaliser pour les différentes entités. La manière la plus simple de réaliser cette égalisation est d'imposer un même prix pour les émissions de GES.

La théorie Économique recommande donc l'application d'un prix unique du carbone pour lutter contre le changement climatique. William Nordhaus (2008, p. 14) écrit ainsi : « The general principle behind the concept of efficient policy is that the marginal costs of reducing CO₂ and other GHGs should be equalized in each sector and country ; furthermore, in every year the marginal cost should be equal to the marginal benefit in lower future damages from climate change. » Jean Tirole (2009) défend la position dans son rapport remis au Conseil d'analyse économique. « Idéalement, le prix du carbone devrait être le même, quelle que soit la source ou le pays dans lequel la tonne de carbone est émise. » (Tirole, 2009, p. 18)

Cette prescription de la théorie Économique pour l'égalisation des coûts marginaux de réduction des émissions n'est pas souvent défendue explicitement tant elle est évidente pour les économistes. Elle est pourtant à l'arrière-plan de toutes les discussions sur les conditions d'élaboration d'un plan efficace de réduction des émissions. Ainsi, par exemple, Roger Guesnerie, après avoir détaillé de nombreuses raisons pour lesquelles les prix pourraient être différenciés (et notamment pour enclencher des actions de recherche et développement plus poussées dans certains secteurs) conclut : « Reste que l'unicité du signal-prix doit demeurer la référence et la charge de la preuve rester à ceux qui s'en écartent. » (Guesnerie, 2003, p. 62) La théorie Économique produit une série de propositions qui fonctionnent comme des attracteurs de la discussion. L'égalisation des coûts margi-

naux de réduction d'émission est une proposition de ce type : elle a un statut de vérité supérieure et constitue une référence incontournable de la discussion.

La façon dont Jean Tirole présente l'égalisation des coûts marginaux est typique du statut d'évidence des propositions de la théorie économique : « L'économie met en lumière des idées simples : unicité (cohérence) de la valeur carbone ; séparation entre efficacité et aspects redistributifs/compensatoires ; création de mécanismes d'engagement des États. » (Tirole, 2009, p. 18) Ces assertions sont des sortes de principes directeurs, des méta-propositions très générales, qui ne sont pas nécessairement prouvées, mais auxquelles l'économiste adhère par cohérence d'ensemble. La question est de savoir si ces « idées simples » sont confirmées par l'analyse économique et si les appliquer au cas d'espèce est aussi facile que les énoncer.

6.4.2 *L'irréalité des coûts d'abattement*

Le raisonnement en faveur de l'égalisation des coûts marginaux d'abattement par un prix dégage une forte puissance intellectuelle. Très simple, il manipule peu d'objets. Aisé à comprendre, il ne peut être que convaincant. Pourtant, il se situe sur un plan théorique, à un niveau de haute abstraction. Le lien entre les abstractions du raisonnement et les réalités n'est rien moins qu'assuré. En déconstruisant les concepts à la base du raisonnement, nous lui enlèverons la force de l'évidence.

Instruit par les parties précédentes sur la construction des marchés, nous pouvons d'abord remarquer que cette idée d'un prix identique pour les émissions de GES suppose que les émissions soient commensurables, qu'on puisse leur donner une métrique commune. Derrière le prix unique, il y a donc nécessairement des appareillages métrologiques, des conventions pour mesurer les GES dans cette métrique, ou des définitions du périmètre des émissions (le CO₂ expiré lors de la respiration est-il une émission de GES soumise au prix ? le CO₂ capté par une plante verte est-il une réduction d'émissions ?). Ces métriques et ces périmètres, que l'économiste tient pour acquis, sont en fait des éléments que les acteurs feront resurgir lors des négociations, comme nous le verrons plus loin. Cela signifie que la notion-même d'abattement dépend d'une convention. En faisant fi de cette difficulté, on peut parler simplement d'un prix des émissions de GES, que l'on appelle généralement prix du carbone, car le CO₂ est le principal GES et la tonne-équivalent CO₂ est la conventionnelle du réchauffement climatique apporté par un GES déterminé, via les pouvoirs de réchauffement globaux.

Les difficultés du raisonnement s'accroissent avec le coût que l'on peut associer à une réduction d'émission (ou abattement). L'abattement dans le raisonnement précédent prend la forme d'une solution technique qui permet de réduire, en aval du processus de production, le CO₂ émis. Le prototype de l'abattement conçu ainsi est sans doute le captage et le stockage du CO₂. C'est une technique qui neutralise en sortie le CO₂. En fonction du prix de la neutralisation d'une tonne et du prix de la tonne de CO₂, on installe ou non la technique de captage et stockage. La décision à prendre est simple et directement liée au coût de l'abattement et au prix du carbone.

Demande et style de vie

Les mesures de réduction des émissions ne sont pas toutes de cette nature. La vision simpliste de l'abattement précédemment exposée ne peut s'appliquer au mieux qu'à la production mais pas à la consommation. D'après les modèles empiriques, une bonne partie des réductions d'émissions sera assurée par la réorientation de la demande des ménages, de produits à fort contenu carbone vers des produits à faible contenu carbone. Au-delà de l'adaptation de la demande aux différentiels de prix créés par une taxation du carbone, il s'agit plus profondément d'une modification des préférences, pour parler le langage de la théorie économique.

On peut prendre l'exemple des émissions liées aux transports. Les émissions liées au transport quotidien vont devenir d'autant plus importantes que la population mondiale s'urbanise. Les déterminants de ces émissions sont l'organisation des déplacements dans la ville, la localisation des lieux de travail et de vie, les moyens de transport collectif. En l'absence d'une politique de développement planifié, les formes de ville émergent comme la résultante de dynamiques qui doivent plus aux prix du foncier qu'aux prix des carburants (Lampin et al., 2013). On voit déjà l'interaction entre plusieurs problématiques complexes.

La question des émissions du transport est également une question de statut social. Le moyen de déplacement utilisé connote le rang, le véhicule est un moyen de montrer sa richesse. Réduire les émissions du secteur des transports, c'est aussi changer de telles perceptions. Les transports dus aux loisirs sont eux dépendants des représentations sociales véhiculées par les destinations touristiques. Tant qu'il sera chic de passer une semaine d'hiver aux Maldives, on ne pourra espérer diminuer les émissions du transport aérien, en constante augmentation.

Si l'Économiste réduit la diminution des émissions du transport aux techniques d'abattement et à leurs coûts, le problème dépasse une simple question d'installation technique. C'est une question qui implique l'ensemble du système technique, mais également les modes de consommation et les politiques de localisation. C'est donc le style de vie, le triptyque consommation – technologie – localisation (CTL) qui est concerné.

La théorie Économique prend les préférences pour données. Elle refuse d'aborder les questions de style de vie et de mode de consommation, car ce serait contrevenir à sa neutralité. Ce serait remettre en question la souveraineté de l'*homo œconomicus*, alors même que les acteurs économiques, et en premier lieu les entreprises, ne cessent de vouloir modifier les préférences à leurs profits (Galbraith, 2004).

Processus de décision

Si l'on se limite au secteur productif, le point de départ du raisonnement, pour assurer une allocation optimale des réductions d'émission, suppose l'existence de coûts d'abattement. Comme on l'a vu en 4.1.3 sur le modèle intégré de Nordhaus, l'Économiste raisonne préférentiellement sur des coûts d'abattement stylisés. Les coûts de la réduction des émissions de GES sont représentés très simplement sous la forme de fonction du montant total des émissions réduites. Il s'agit d'une représentation extrêmement commode puisqu'elle réduit les données du problème

aux deux seuls éléments *a priori* pertinents pour l'Économiste : la quantité d'émissions évitées et leurs coûts. Cette représentation stylisée est une représentation extrêmement pauvre de ce qu'est une émission réduite. Elle ne contient pas de références à une technologie précise qui permettrait de dire ce qu'est l'émission évitée et comment elle est évitée. Ces fonctions de coût d'abattement souffrent donc du même défaut que les fonctions de production analysées en 3 : elles ne contiennent pas d'information technologique qui permettrait de leur donner un contenu.

En écrivant une fonction de coûts d'abattement, l'Économiste a l'impression d'effectuer une opération bénigne de stylisation de la réalité. En réalité, il opère une abstraction qui modifie profondément les données du problème auquel les acteurs économiques font réellement face. Dans le modèle de l'Économiste, la fonction de coût, du fait même d'avoir été écrite, existe vraiment et informe la décision. L'agent représenté dans le modèle peut donc effectuer ces choix de production à partir de cette fonction. L'existence d'un prix carbone entraîne alors un déplacement des décisions de l'agent. Telle est la situation dans le modèle.

La réalité n'est pas aussi simple. D'une part, l'agent économique ne connaît pas sa fonction de coût d'abattement, il ne peut donc réagir à un signal prix à la manière du modèle. Confronté à un nouveau signal-prix, il ne sait quel niveau d'abattement choisir ni comment le réaliser. Il va donc devoir explorer les techniques qui s'offrent à lui pour découvrir la fonction de coût d'abattement. Parler de « découverte » suppose néanmoins que la fonction de coût d'abattement est définie préalablement au processus d'exploration. En réalité, le processus d'exploration actualise des possibilités, il construit donc la fonction de coût d'abattement, et rien ne garantit que la fonction finale soit optimale (de la même façon, le processus d'exploration des gisements marque leur ordre d'exploitation, et rien ne garantit que cet ordre coïncide avec celui qui aurait été choisi si tous les gisements avaient été connus *ex ante*). Le fait que la fonction d'abattement ne soit pas défini *ex ante* introduit donc deux complications : des réponses différentes selon les horizons de temps considérés et une sous-optimalité, par rapport à une situation de connaissance parfaite *ex ante*, de la série de décisions effectivement prises.

D'autre part, l'agent économique fait face à une décision qui implique de nombreuses variables, autres que le coût du carbone. Il doit organiser une quantité d'informations, éventuellement non pertinentes ou contradictoires. Les informations sur le coût du carbone et de l'énergie n'en sont qu'une partie. Dans ces informations, l'agent économique se focalise sur les informations saillantes et cherche à repérer les informations pertinentes pour son problème, celles qui jouent sur les grosses masses de coût. Une des « techniques d'abattement » est par exemple la construction de logements moins consommateurs d'énergie. Or un investissement de ce type dépend d'une multitude de facteurs qui sont autrement plus importants que le prix du carbone, comme le prix du foncier. De la sorte, entre plusieurs options, il n'est absolument pas certain qu'une variation à la marge du coût du projet par le prix du carbone redirige les investissements par rapport à une mesure qui force à s'occuper du problème, comme une réglementation thermique.

En réduisant le problème à une courbe de coût d'abattement et en faisant abstraction de tout le reste, l'économiste opère cette saillance sur l'abattement et son coût. Il rend le problème trivial : l'agent économique n'a plus qu'un type de décision à prendre et il la prend en fonction du prix. L'abstraction du contexte, que l'économiste défend comme une stylisation nécessaire qui ne distord pas la réalité, permet une focalisation sur le prix dont l'économiste étudie l'effet, alors qu'en réalité, ce prix peut très bien passer inaperçu s'il entraîne des variations de l'objectif (le profit ou l'utilité) d'un ordre de grandeur inférieur à celle des autres variables. Le véritable problème pratique est d'organiser la perception des enjeux liés à la réduction d'émissions. Il s'agit de rendre saillants, par une série de conventions, les réductions d'émissions et leurs coûts.

On pourrait nous objecter que rien n'interdit aux outils économiques de décrire complètement la décision à laquelle l'agent fait face. Il suffirait d'écrire un gigantesque programme de maximisation, avec toutes les variables pertinentes. Les problèmes soulevés par notre argumentation seraient intégrés au calcul, notre objection sur l'erreur de focalisation sur les coûts d'abattement tomberait donc. À cela nous pouvons répondre deux choses. D'une part, cette spécification de toutes les variables relatives à la décision n'est jamais faite dans les travaux économiques. Cela ne reste donc qu'une potentialité qui n'est jamais explorée. La théorie comme la pratique reste en réalité au niveau stylisé simpliste que nous avons décrit. D'autre part, en situation réelle, rien ne dit que l'agent ait les capacités de calcul suffisantes pour se conformer à la solution optimale que propose la théorie. Il n'optimise sans doute pas sur toutes les variables mais seulement sur les grandes masses et celles-ci peuvent ne pas faire intervenir le prix du carbone. Nous achoppons ici sur le modèle de décision adoptée par la théorie économique, qui est une optimisation totale, alors que les agents économiques fonctionnent plutôt par découpage du problème, attribution de budget et définition de sous-objectifs.

Investissement

L'autre question que pose la formalisation des réductions des émissions en termes de coût d'abattement est le traitement de l'incertitude. Les coûts d'abattement tels qu'ils sont formalisés sont en effet des coûts récurrents, payés chaque année. En réalité, une grande partie des mesures de réduction implique des dépenses en capital, payées en une fois et ensuite amorties. La transposition des dépenses en capital en coûts annualisés (ou, dit dans les termes de l'économie publique, le passage des coûts fixes aux « coûts marginaux de développement ») est possible dans le cas d'un monde à prévision parfaite. Même dans ce cas, cependant, le passage de l'un à l'autre se fait grâce à l'émission de dettes : comme Boiteux nous l'a appris, il faut donc tenir compte du coût de la dette pour les finances publiques dans le coût marginal, ce qui renvoie à la question de la valorisation du capital. Nonobstant cet ajustement important, le passage au raisonnement en termes de coût annualisé ne pose pas de problème pour une planification intégrant l'ensemble des éléments susceptibles de variation. C'est une modélisation valide pour un monopole intégré qui a accès à une capacité infinie de financement.

Dans un contexte d'incertitude, la transposition des coûts fixes en coûts annualisés réduit la complexité du problème. En effet, en cas d'incertitude, le capital installé peut être déprécié par un événement inattendu. L'existence de coûts irrécupérables d'investissement peut empêcher de passer à un projet plus rentable. Les charges des coûts fixes doivent continuer à être payées, maintenant que l'investissement a été fait, alors qu'en raisonnant en termes de coûts annualisés, il suffit d'arrêter de les payer avant échéance. Cela signifie que, dans un contexte d'incertitude, la modélisation des investissements par des coûts annualisés supprime le risque inhérent à l'installation de capital fixe. L'irréversibilité propre aux décisions d'investissement, et donc la création de dépendance au sentier, est également oubliée (Hourcade, 1991). On néglige donc les jeux stratégiques qui peuvent se jouer entre filières technologiques pour provoquer de l'irréversibilité et créer un contexte de demande favorable.

Coûts macro-économiques

Le raisonnement sur l'égalisation des coûts marginaux s'applique aussi bien aux individus, aux entreprises qu'aux pays. Sur un plan analytique, cette extension pose des questions encore plus épineuses. Après la difficulté de définir les fonctions de coûts d'abattement pour un agent économique, individu comme entreprise, nous allons voir les problèmes spécifiques que pose la notion de coûts d'abattement appliquée à un pays.

La caractérisation d'un pays par une fonction de coûts d'abattement, tout comme une usine se caractérisait par une fonction similaire, oublie tout le contexte institutionnel propre aux pays, en particulier les dispositifs fiscaux, pour ne retenir que la quantité d'émission et le coût de leur réduction. Elle transforme en fait les pays en usine à abattement (*GHG abatement factory*) entre lesquelles il faudrait arbitrer pour faire la meilleure affaire, c'est-à-dire réduire les émissions de GES à moindre coût (Hourcade et al., 2014). On masque une large partie de la réalité pour ne conserver que la partie la plus commode et non la plus pertinente.

Dans le cas d'une économie toute entière, à l'échelle d'un pays, la notion de coût d'abattement est encore plus incertaine que dans le cas d'une usine. Il n'y a en effet pas d'équivalence entre les coûts techniques des abattements, au niveau des installations industrielles, et les coûts macro-économiques à l'échelle d'un pays. On peut avancer deux types de raison.

Premièrement, le coût macro-économique est le résultat de la composition de différents effets économiques. D'une part, il faut tenir compte de l'effet des prix relatifs. L'imposition d'un prix carbone modifie, par un effet d'équilibre général, les prix relatifs de l'ensemble de l'économie. Cela peut entraîner une modification du classement des techniques d'abattement, et donc une modification des coûts techniques, au niveau des installations industrielles. La technique de réduction la moins coûteuse n'est alors pas indépendante des conditions macro-économiques générales. D'autre part, la réaction macro-économique à une contrainte de prix carbone dépend de l'ensemble des marchés de l'économie. La propagation des coûts techniques, qui détermine les coûts subis par l'économie, dépend à la fois de la structure fiscale existante, à cause de l'interaction entre les taxes, mais aussi des structures de marché, de leur caractère plus ou moins concurrentiel, de l'ampleur des inefficacités dont ils sont affectés. Les détails institutionnels

propres à chaque pays, concernant notamment le marché du travail et le marché des capitaux, sont cruciaux pour la propagation des effets de l'imposition d'un prix carbone et donc pour le coût macro-économique subi.

À cause des effets macro-économiques d'équilibre général, le calcul du prix du carbone pour réaliser une certaine réduction d'émissions ne peut pas se faire seulement avec un modèle technico-économique de minimisation des coûts d'abattement pour des technologies à coût fixé. Un modèle de ce type, qui se focalise souvent sur le secteur énergétique, ne calcule que les coûts relativement à un bien composite, qui incorpore pourtant des consommations énergétiques. L'imposition d'un prix du carbone peut changer de manière différenciée les coûts dans les secteurs dont est constitué le composite, ce qui peut aller jusqu'à modifier les coûts relatifs des technologies d'abattement. Le coût macro-économique ne peut donc s'apprécier en équilibre partiel, ce qui le rend difficile à calculer puisqu'il faut au préalable s'être accordé sur les éléments fondamentaux de représentation des mécanismes macro-économiques.

Deuxièmement, le coût macro-économique n'est pas subi passivement par un pays. Les détails institutionnels de la mise en place d'un prix du carbone, qui sont un élément de la stratégie de réduction des émissions, sont également cruciaux pour le coût macro-économique net. C'est dans ce contexte qu'il faut resituer le débat sur le double dividende (Goulder, 1995). Le double dividende signifie que l'instauration d'une mesure économique apporte à la fois un avantage environnemental (premier dividende qui explique la mesure) mais également un avantage économique (deuxième dividende). L'existence du deuxième dividende permet ainsi de réduire les coûts associés à la mesure prise. On pourrait même faire apparaître un gain économique si la mesure prise entraîne la correction d'inefficacités et de distorsions existantes (forme forte du double dividende). Le cas typique est celui où la mise en place d'une taxe carbone permet, grâce aux revenus qu'elle génère, de se substituer à une fiscalité existante, par exemple sur le travail. Cette substitution peut entraîner un gain macro-économique.

La forme forte du double dividende suggère que l'amélioration de l'environnement peut se faire à coût négatif, c'est-à-dire, avec un bénéfice économique. Même si certains modèles empiriques confirment une telle possibilité, l'Économiste ne peut y croire. Un « coût négatif » suppose que le système économique actuel n'est pas optimal. Voilà qui paraît absurde à l'Économiste, puisque toute le monde gagnerait à sa transformation. Pourquoi la transformation alors n'a-t-elle pas déjà eu lieu ? Il ne peut y avoir de gain gratuit¹⁰, ou encore, dans une phrase que Milton Friedman affectionnait et qui condense toute l'idéologie de la rareté qui imprègne la théorie Économique, *there is no such thing as a free lunch*. La possibilité d'un double dividende au sens fort est donc écartée pour des raisons de principe.

Indépendamment de la réalité effective d'un double dividende, voire d'un gain macro-économique net, ce débat montre que le coût net des réductions d'émission pour un pays dépend des détails institutionnels du système fiscal existant, mais aussi du mode particulier de recyclage choisi. La controverse sur l'existence

10. Une plaisanterie révèle bien cet état d'esprit. Deux économistes se promènent dans la rue. Le premier annonce au second qu'il y a un billet de cent euros par terre. Impossible, rétorque l'autre, quelqu'un l'aurait déjà ramassé.

du double dividende, quelle que soit la conclusion retenue, montre le rôle déterminant de la nature du recyclage. Les coûts macro-économiques d'abattement au niveau national ne sont donc pas des coûts techniques. Ils sont fonction des taxes déjà existantes, sur les carburants, sur le travail ou sur le capital, tout comme des modalités d'affectation des taxes collectées (à la baisse des charges sur le travail, à la réduction de la dette ou au soutien à la recherche).

Cela signifie que les coûts macro-économiques au sein de chaque pays sont très dépendants des taxes pré-existantes et de leur caractère plus ou moins distorsif. La structure de la fiscalité propre à chaque pays a donc une incidence sur les « fonctions de coût d'abattement » de chaque pays, tout comme les mesures subséquentes pour accompagner l'imposition d'un prix carbone. Le coût d'abattement dans chaque pays est donc propre au pays, à son contexte institutionnel et à ses décisions politiques. L'égalisation marginale des coûts techniques d'abattement n'est pas garante de l'égalisation des coûts marginaux nets, en termes de pertes marginales de PIB, pour les économies nationales.

Les outils de la théorie Économique vont au-delà de la stylisation propre à la démarche analytique. Ils entérinent une simplification abusive des mécanismes. Au niveau des individus, la modification des préférences est écartée par principe. La décision est réduite à une réaction-réflexe à un changement de prix. Au niveau des entreprises, la représentation par les coûts annualisés n'a aucun rapport avec la nature des décisions prises par les entreprises. Au niveau des pays, l'hétérogénéité macro-économique est oubliée. Les marges de manœuvre propres à chaque État, au travers de la réforme fiscale, sont négligées.

Le raisonnement en faveur d'un prix unique pour égaliser des coûts marginaux s'applique indistinctement à toute échelle. L'Économiste applique implicitement et parfois explicitement le même modèle à toutes ces organisations de niveau différent. Le raisonnement est donc complètement désincarné, puisqu'il ne contient rien de spécifique au problème étudié. Ce flou entretenu entre individus, entreprises ou pays est crucial pour expliquer comment les négociations sur l'effet de serre se sont retrouvées happées par l'idée d'un grand marché mondial du carbone (cf. 6.4.4).

Le raisonnement de l'Économiste mobilise en fait quoiqu'il arrive le modèle de l'agent maximisateur, c'est-à-dire celui de l'*homo œconomicus*. Il est ainsi étendu sans discernement à tout niveau de réalité. L'Économiste cherche à placer tout ce qu'il veut étudier dans son lit de Procuste. Il ne tient nullement compte des spécificités de chaque situation. Il appartiendra au chapitre suivant d'expliquer pourquoi le même modèle est sans cesse convoqué, quelle que soit la situation représentée.

6.4.3 *Le prix unique à l'épreuve*

Nous avons vu précédemment la difficulté qu'il y avait à définir les coûts d'abattement, étant donné la nature multiforme des émissions de gaz à effet de serre, l'hétérogénéité des activités impliquées et les interactions entre le niveau micro-économique et macro-économique. Ces difficultés suggèrent que l'idée simple de la théorie Économique d'égalisation des coûts marginaux par le prix

pourrait ne pas être aussi évidente qu'elle en a l'air. Cette circonspection vis-à-vis d'une telle recette est confirmée par des travaux d'analyse économique, ainsi que par des considérations empiriques et pragmatiques. Nous développons ces deux points dans cet ordre.

Dès le milieu des années 1990, les travaux de Graciela Chichilnisky et Geoffrey Heal ont remis en cause, sur un plan théorique, la nécessité de l'égalisation des coûts marginaux d'abattement. La démarche de Chichilnisky et Heal est d'autant plus intéressante qu'ils procèdent exactement à la manière de la théorie Économique, sans que toutefois leurs résultats acquièrent le statut privilégié de texte de référence.

Chichilnisky et Heal (1994) s'intéressent d'abord aux conditions selon lesquelles les coûts marginaux d'abattement seront égaux entre pays. Ils examinent d'abord le cas où la consommation de chaque pays détermine l'abattement, autrement dit, le cas où production et consommation de chaque pays sont corrélées, en l'absence d'échange international ou de transfert. Dans ce cas, l'efficacité ne requiert pas que les coûts marginaux d'abattement soient égaux entre les pays, elle impose simplement que les coûts marginaux d'abattement dans un pays soient inversement proportionnels à la valorisation sociale marginale du bien privé. Les coûts marginaux ne seront égaux que si il y a en plus égalité des valorisations sociales marginales du bien privé entre les pays.

Supposons que l'on puisse organiser des transferts entre pays, c'est-à-dire qu'il y a dissociation possible entre la consommation d'un pays et sa production (et donc son abattement). Dans ce cas, la situation est Pareto-efficace lorsqu'il y a égalité des valorisations sociales marginales du bien privé. Alors, les coûts marginaux d'abattement sont également égaux. En conclusion, lorsqu'il est possible d'organiser des transferts entre pays pour égaliser les valorisations sociales marginales du bien privé, l'égalité des coûts marginaux d'abattement est bien une condition pour l'efficacité.

En conclusion, l'égalisation des coûts marginaux d'abattement n'est ni une condition nécessaire (dans le cas où il n'y a pas de transfert) ni suffisante (dans le cas où les transferts sont possibles, il faut également égaliser les valorisations marginales du bien privé) pour l'efficacité. La « règle du prix unique » perd donc de son évidence.

Les travaux ultérieurs de Chichilnisky et al. (2000) ont apporté des compléments sur la relation entre la situation d'efficacité analysée ci-dessus et les marchés de permis d'émission, qui sont aujourd'hui le principal instrument envisagé dans les instances internationales. Leurs travaux, qui remettent en cause une autre « idée simple » de la théorie Économique, ont déclenché une vaste discussion sur la séparation en termes de l'équité et de l'efficacité (Sheeran, 2006).

Pour bien comprendre les termes du débat, et éviter les nombreuses chausse-trappes, il faut revenir aux théorèmes de l'économie du bien-être, qui participent fortement, par l'imaginaire qu'ils créent, à la construction des idées simples de la théorie Économique. Selon le premier théorème du bien-être, une économie de marché sans externalité est Pareto-efficace. Dit autrement, d'une manière qui se rapproche de l'idéologie économique, le marché assure une allocation efficace des ressources, ou encore : l'efficacité peut être assurée au moyen du marché.

Le second théorème du bien-être stipule que, si l'on choisit une allocation des ressources qui est Pareto-efficace, alors il est possible d'organiser des transferts forfaitaires entre agents de telle sorte que l'équilibre de marché corresponde à l'allocation choisie. Ou encore : si l'on se donne une situation Pareto-efficace, on peut, moyennant des transferts, la décentraliser à l'aide du marché. Le second théorème est au fondement de la séparation entre équité et efficacité, que l'on peut interpréter comme suit : organiser des transferts pour l'équité, mais laisser faire le marché pour l'efficacité. Le marché est efficace (c'est le sens du premier théorème) et toute situation efficace peut être réalisée par un équilibre de marché (c'est le sens du second théorème).

La question de l'équité relève donc des institutions politiques, qui peuvent organiser des transferts, l'atteinte de l'efficacité peut en revanche toujours être laissée au marché. Remarquons cependant qu'une des conditions de ce résultat est le caractère forfaitaire (*lump-sum*) des prélèvements, qui est plus que très difficile à mettre en pratique. Il y a de plus une contradiction interne à supposer un monde d'*homo œconomicus*, agissant selon leur intérêt propre mais acceptant néanmoins des transferts de richesse entre eux.

Cette idée simple d'une séparation entre équité, assurée par des mécanismes politiques, et efficacité, assurée par le marché, n'est pas valable dans le cas d'une externalité environnementale comme l'ont montré une série de travaux conduits par Chichilnisky et Heal. Ces travaux sur l'efficacité des marchés des permis d'émission ont fait couler beaucoup d'encre. Dans le cas d'un système de marchés de permis d'émission, on interprète la séparation équité-efficacité, à l'image de ce que nous avons dit ci-dessus : la distribution initiale des permis, négociée selon des objectifs politiques, permet de prendre en compte les questions d'équité, tandis que le marché permet ensuite de réaliser une situation efficace. Or, Chichilnisky et al. (2000) démontrent la proposition suivante : si l'on se donne un fonctionnement de marché de permis d'émission, alors l'ensemble des allocations initiales de permis conduisant à une situation efficace (Pareto-optimale) est un ensemble de mesure nulle dans l'ensemble des allocations de permis. Ou encore : presque toute allocation de permis conduit à une situation inefficace (Pareto-dominée).

Le résultat montre donc que la recherche de l'efficacité (par le biais du marché) ne peut pas être dissociée de la question de l'équité (la distribution des permis). On ne peut donc opérer dans le cadre mental de l'idée simple de séparabilité entre équité et efficacité. Chichilnisky et al. (2000) insistent particulièrement sur le caractère privé (ou plutôt décentralisé) de la production du bien public pour l'obtention du résultat. Ce qui nous paraît déterminant c'est plus la nature de bien public que le caractère décentralisé de sa production. Le résultat n'est en effet pas en contradiction avec la lettre du second théorème du bien-être dans le cas d'un bien public. Comme le remarquent Chichilnisky et al. (2000), l'optimum, lorsqu'existe un bien public, se décentralise grâce à un système de prix différencié pour chaque agent, appelé système de prix à la Lindahl.

L'idée d'une différenciation des prix du carbone est donc parfaitement compatible avec le second théorème du bien-être, *stricto sensu*. Mais elle contrevient aux idées simples qui en sont tirées. De plus, le résultat de Chichilnisky et al. (2000) est largement en contradiction avec l'idée simple issue du « théorème de

Coase¹¹ », qui déconnecte la question de la distribution initiale des droits de propriété liés à une externalité avec la question de l'efficacité atteinte par des marchés.

Malgré une méthode qui en suit parfaitement les canons, on peut dire que les résultats de Chichilnisky et Heal ne font pas partie de la théorie Économique. Ils ne font pas partie du patrimoine dans lequel pioche l'Économiste. Ils ont été ou bien ignorés ou bien écartés pour des raisons empiriques (Chao et Peck, 2000). On retrouve là le destin de la critique de Cambridge (cf. 3.3.3). La raison en est qu'ils contreviennent à l'identité de l'Économiste, c'est-à-dire son autonomie et sa neutralité à l'égard du politique. La séparation équité/efficace permet en effet à l'Économiste de prôner des mesures, celles qui sont « simplement » efficaces, sans préjuger de l'équité de ces mesures, laissées à l'appréciation du politique. Cette séparation permet à la fois à l'Économiste de tenir un discours neutre et technique, en même temps qu'elle assure la recevabilité de ce discours. Lorsque les deux aspects sont mêlés, chaque prise de position concernant l'efficacité est également une prise de position concernant l'équité. L'Économiste ne peut plus être neutre, il est ramené malgré lui dans le champ politique.

Les résultats exposés ci-dessus sont valides dans le monde parfait de la théorie Économique. Ils sont donc particulièrement dirimants pour les idées simples de la théorie Économique, puisqu'ils se situent au même niveau logique. Mais ils contreviennent tellement à son esprit qu'ils sont généralement ignorés. En faveur d'une différenciation des coûts marginaux, on peut cependant avancer des arguments d'une autre nature, en essayant d'apporter un peu de réalisme dans les modèles économiques.

Le problème de l'argumentation en faveur d'un prix unique est qu'elle s'applique à un monde économique duquel on a retiré toute imperfection, sauf l'imperfection étudiée (l'externalité produite par les émissions de GES). À partir de cette analyse, dite de premier rang, la théorie Économique énonce alors des solutions pour le système économique réel, qui comporte, lui, de nombreuses imperfections. Or les interactions entre plusieurs imperfections interdisent de séparer la correction des imperfections, d'approcher les problèmes un à un. Le monde est infiniment plus compliqué que le modèle canonique de la théorie, et cela frappe de nullité ses ambitieuses constructions.

Dans le cas de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, le problème vient de l'existence de taxes déjà existantes. Si l'Économiste raisonne sur une *tabula rasa* théorique, dans un monde où n'existent ni gouvernement, ni taxes, ni impôts, mais seulement une externalité corrigée par une taxe pigouvienne, le système économique réel est au contraire doté de toutes ces impuretés. L'interaction entre la taxe correctrice des externalités et les prélèvements existants peut alors produire des effets qui s'éloignent des idées simples de la théorie. L'imposition d'un prix unique sur le carbone s'ajoute en effet à un certain nombre de taxes, collectées pour financer l'appareil de l'État et les institutions publiques. En particulier, le prix du carbone s'ajoute aux taxes sur les différents combustibles énergétiques. Or ces taxes varient grandement d'un pays à l'autre, et dans leurs ni-

11. Ce « théorème » est en fait une réinterprétation par Stigler des travaux de Coase. Pour une critique invalidante de ce théorème, voir Angel (1995).

veaux et dans les combustibles taxés. Les taxes sur l'énergie sont par exemple nettement supérieures en Europe par rapport aux États-Unis. Cela signifie que l'Europe a déjà, sans le savoir, engagé des réductions d'émissions par rapport à une situation où les taxes énergétiques seraient équivalentes à celles des États-Unis. Dans ces conditions, l'imposition d'un prix unique ne tient pas compte de ces différences de point de départ. Il n'est donc absolument pas garanti que le prix unique du carbone soit synonyme d'efficacité.

L'analyse économique a étudié les conditions de mise en place d'une taxe pigouvienne, dans un monde dit de second rang, où existent déjà des taxes qui financent le budget du gouvernement (Sandmo, 1975, 1976). La mise en place d'une taxe pigouvienne s'ajoute bien à la taxe distorsive pour lever du revenu, seulement lorsque la structure fiscale en place est (Pareto)-optimale, c'est-à-dire efficace. Cela nécessite que la taxe soit proportionnelle à l'inverse des élasticités-prix de la demande (la taxe la plus forte doit porter sur le bien dont la demande est inélastique). Pour que la règle du prix unique puisse à la rigueur s'appliquer, il faudrait au préalable restructurer les systèmes fiscaux selon la règle de la taxation optimale. C'est seulement ensuite qu'on pourrait ajouter une taxe pigouvienne identique à travers les pays.

Dans le cas réel, et tant qu'une telle réforme fiscale n'est pas à l'ordre du jour, le prix unique peut ne pas être efficace. C'est ce que montrent les simulations empiriques de Böhringer et al. (2009), qui étudient les implications économiques de différentes mises en œuvre des objectifs de réduction des émissions pour l'Europe. En fonction des situations, le prix unique du carbone peut être moins efficace qu'une taxation différenciée des émissions.

Les arguments en faveur d'un prix unique sont également amoindris quand on prend conscience du caractère intangible des coûts d'abattement, comme nous l'avons argumenté précédemment. La spécificité majeure des émissions de GES, par rapport à d'autres actives polluantes, vient de leur caractère omniprésent. Quasiment toutes les activités de production et de consommation sont impliquées dans les émissions de gaz à effet de serre, que ce soit directement, par la combustion d'énergie fossile ou le rejet de GES d'origine industrielle ou agricole, ou indirectement, par l'achat de biens intermédiaires ou par la consommation finale. Tous les secteurs économiques sont donc impliqués, de près ou de loin. L'hétérogénéité des activités impliquées, les modes différents d'organisation industrielle, les réalités incertaines des coûts de réduction rendent ainsi douteux que l'imposition d'un prix du carbone soit la seule action à prendre. Le signal prix, bien que nécessaire, ne peut pas se substituer à des politiques et mesures spécifiques, dans des domaines où les réductions d'émissions dépendent d'effets structurels, difficilement quantifiables avec précision. Nous pensons en particulier aux politiques de localisation et d'infrastructure.

Le réalisme politique jette également quelques doutes sur le critère du prix unique comme gage d'efficacité des politiques de réduction d'émission. Dans la recherche d'efficacité par un prix unique, l'Économiste fait comme si les agents économiques de son modèle, ici les États, se soumettaient à un planificateur bienveillant qui organise des compensations. Plus qu'une certaine vision de l'équité, à peu près impossible à définir à l'échelle internationale, ces compensations

doivent assurer qu'aucun État ne voit sa situation détériorée par rapport à la situation en l'absence de régulation. Les compensations doivent donc assurer qu'un régime de prix unique du carbone auquel participerait un État ne diminue pas son utilité. Dans le cas contraire, l'État, qui verrait sa situation se détériorer, n'aurait aucun intérêt à adhérer à un système qui organiserait un régime de prix unique du carbone (et cela, indépendamment de toute considération stratégique de type passager clandestin). Les compensations doivent permettre d'éviter cette situation perdante et favoriser la participation de tous les pays.

Il y a quelque paradoxe à postuler des agents intéressés uniquement par leurs intérêts mais qui cependant obéissent à un planificateur qui organise des transferts de richesse entre eux. On retrouve là les contradictions entre l'anthropologie de l'*homo œconomicus* et les possibilités de redistribution, déjà évoquées p. 75. Si, dans le cas des États, le modèle de l'agent intéressé n'est pas si déraisonnable, la méthode économique, qui suppose que les gagnants du processus compenseraient les perdants, manque toujours de réalisme politique. On peut en effet penser que les États refuseront, pour des raisons politiques, des transferts financiers entre eux. Le Canada a largement dépassé ses objectifs de Kyoto à cause de l'exploitation des pétroles et gaz bitumineux. Il a cependant préféré sortir du protocole de Kyoto plutôt que d'acheter des permis d'émission à la Russie, dont l'air chaud n'a pas trouvé preneur. Il faut donc rentrer dans les mérites respectifs de la taxe et du système de permis au regard des transferts, ou plutôt de leur absence.

Si l'on admet que les transferts monétaires directs d'État à État ne sont pas réalistes, on peut vouloir, dans un système de permis, assurer que chaque pays gagne (situation Pareto-améliorante) en distribuant d'une certaine manière les permis d'émission. Outre que cela n'est pas forcément efficace, comme nous l'ont appris Chichilnisky et al. (2000), la distribution de permis entraîne quand même des flux financiers importants entre pays, même si ceux-ci passent par des acteurs privés et non directement par les États. Les transferts pourraient être fort importants. Une telle politique mettrait en tension le système financier international (McKibbin et al., 1999). Même si certains pensent que ces transferts sont nécessaires pour encourager la participation des pays en développement et favoriser leur développement, on peut encore estimer que de tels transferts seraient inacceptables pour les pays développés.

Sur le plan des transferts internationaux, la taxe présente un certain avantage. Une taxe sur les émissions appliquées dans chaque pays n'entraîne en effet pas de transfert entre pays. Chaque pays peut recycler la taxe comme il l'entend, en fonction des caractéristiques du système fiscal existant et des catégories vulnérables de sa population. Dans un tel contexte, où les transferts sont absents, la nécessité d'un prix unique ne tient plus : la taxe est différenciée suivant les pays (Hourcade, 1996 ; Hourcade et Gilotte, 2000). Ce système de taxe différenciée pourrait être efficace dans un contexte politiquement contraint, contrairement aux idées simples de l'économie. Il n'est toutefois toujours pas garanti que ce système de taxation différencié améliore la situation dans chaque pays pris individuellement (cf. cependant infra 6.4.5). Reste également entière la question de la coordination des niveaux de taxe entre pays.

Les deux grands modes de régulation économique des problèmes environnementaux, l'approche par les taxes ou par les quotas échangeables, ont ainsi des mérites différents. L'approche par les quotas est une gestion par les quantités. Fixer une quantité maximale d'émissions autorisées assure, en cas de respect, l'« intégrité environnementale » de la gestion. Une fois les quantités d'émissions permises allouées entre les acteurs, les quotas doivent naturellement être échangeables, pour autoriser de la flexibilité sur la façon de répartir l'objectif. Cela conduit à un prix unique du carbone sur le marché des permis. Au niveau international, nous avons vu qu'un tel mécanisme conduirait à des flux financiers de grande ampleur. L'autre inconvénient du système de permis est de nécessiter une institution nouvelle, une chambre de marché où s'échangeraient les permis. Cela suppose de pouvoir tenir des registres où sont inscrits les détenteurs des droits, et les modifications en cas d'échange. Les coûts de transaction associés à un tel mécanisme peuvent donc être élevés (mais ils ont aujourd'hui été payés).

La taxe a l'avantage de reposer sur une administration fiscale existante. Sur le plan des transferts, une taxe, recyclée à l'échelon national, n'induit pas de flux financiers international contrairement à un marché de permis. La taxe doit alors être différenciée au niveau de chaque pays. L'enjeu est donc la coordination du montant de la taxe entre les pays. L'approche par les taxes est une gestion par les prix. Si un sentier de taxe est annoncé pour les années à venir, l'avantage est de stabiliser les anticipations¹² des investisseurs tandis que le signal-prix délivré par un marché de permis échangeable est plus volatil (par exemple, mais pas uniquement, en cas de fluctuation des taux de croissance, comme c'est le cas aujourd'hui en Europe). Le principal intérêt de la taxe est ainsi de fixer une sorte de limite aux coûts de réduction des émissions, la contrepartie est qu'il est impossible de prévoir *ex ante*, en situation d'incertitude sur les coûts d'abattement et sur le contexte macro-économique, le niveau des émissions. Cela signifie que les émissions de GES ne peuvent pas être limitées à un niveau prédéfini. Depuis l'analyse de [Weitzman \(1974\)](#), les économistes considèrent que ce n'est pas forcément gênant si le dommage marginal des émissions supplémentaires est constant, ce qui semble être le cas concernant le changement climatique, du moins en l'absence de seuil.

En définitive, la régulation par les prix, grâce à la mise en place d'une taxe, permet une régulation plus souple, pays par pays, mais elle nécessite une coordination entre les pays, ce qui n'est forcément aisé à mettre en place. Elle rend les coûts directement apparents, du point de vue des industriels et de l'opinion publique, ce qui est à la fois un avantage (du point de vue des anticipations) et un inconvénient (du point de vue politique). Au contraire, les permis d'émission, s'ils sont distribués gratuitement, paraissent indolores, ce qui n'est pas le moindre de leurs avantages. En imposant un coût d'opportunité, ils créent des rentes nouvelles pour certains acteurs (cas du marché électrique) ou provoquent des flux financiers internationaux. Les effets de propagation se font sentir de la même façon qu'avec les taxes, mais la distribution gratuite interdit leur atté-

12. Cela suppose que l'État puisse s'engager sur un sentier de taxe prédéfini à l'avance. Cette règle n'est cependant aussi simple qu'il y paraît, puisqu'elle contrevient au principe démocratique de souveraineté fiscale du Parlement. Ce n'est pas la moindre difficulté de l'intégration des taxes pigouviennes dans le cadre fiscal et législatif actuel, prévu pour des taxes finançant les charges publiques et non des taxes correctrices ([Godard, 2010b](#)).

nuation par recyclage des recettes. Si, pour récupérer un double dividende, les permis sont vendus aux enchères, on se prive du bénéfice politique de la gratuité tout en ajoutant, par rapport à une taxe, les coûts de mise en place d'une vente aux enchères et d'un marché d'échange. Si l'échange de permis apporte bien de la flexibilité par rapport à des cibles de quantités, le problème principal est celui de l'allocation initiale des permis, qui a des effets redistributifs importants.

La négociation sur les permis semble plus simple que la coordination des taxes, mais elle achoppe en fait sur ce point précis, qui est un préalable à tout échange. Une négociation de ce type met en fait chaque pays en position de réclamer une part plus grande d'un gâteau limité (le montant des émissions). En l'absence de règles d'équité et de justice admises à l'échelle internationale, la négociation sur l'allocation initiale des permis d'émissions court le risque de faire entrer les acteurs dans un processus sans fin, duquel il est impossible de sortir.

Les critiques précédentes des idées simples de la théorie Économique ne doivent pas être comprises comme un plaidoyer implicite pour des approches par les règlements et les normes (*command and control*). Malgré ses limitations, l'intuition derrière le raisonnement économique n'est pas à négliger. Les coûts de respect des contraintes, de type limitation des émissions de GES, peuvent être abaissés par rapport à une approche réglementaire rigide grâce à des mécanismes de flexibilité. L'introduction d'un prix, que ce soit par le biais d'une taxe ou d'un marché de quotas, force les acteurs à faire jouer les marges de manœuvres à leur disposition, au lieu de se contenter de se conformer à la réglementation. Cette flexibilité autorisée par les mécanismes de prix réduit les coûts totaux.

Cette intuition économique doit être cependant circonscrite. La réduction des coûts grâce au marché de permis est obtenue dans un contexte spécifique, par exemple un ensemble d'entreprises relativement homogènes, ayant déjà l'habitude d'échanger entre elles. Le bon fonctionnement d'un marché ou d'un système d'échange dépend ainsi de relations sociales préexistantes entre les entités échangistes. La flexibilité du marché fonctionne lorsqu'il est encadré dans un contexte précis.

Si, entre des entités relativement semblables, soumises aux mêmes conditions de marché pour leur production finale, le marché de permis peut fonctionner selon les intuitions de la théorie, le résultat n'est pas du tout acquis lorsqu'on considère une extension de ce système à des acteurs très disparates. Ils peuvent être soumis à des conditions de marché très différentes, tant pour les consommations intermédiaires que pour les produits finaux. Ils peuvent avoir des temporalités d'investissement extrêmement différentes. Dans ces conditions, rien ne garantit que l'interaction de leurs comportements face à la contrainte d'un prix carbone produira l'efficacité souhaitée. Si l'espace de calcul est mal calibré, si les acteurs sont hétérogènes, des effets inattendus peuvent se mettre en place et des dynamiques perverses émerger.

S'il y a malgré tout un endroit où l'on peut retenir l'idée simple d'un prix unique du carbone, c'est au sujet des industries grandes consommatrices d'énergie et exportatrices. L'imposition d'un prix différencié du carbone provoquerait des différentiels de compétitivité par rapport au *statu quo*, ce qui pourrait provoquer des délocalisations de ces industries vers les pays à taxe faible. Comme de tels mouvements ne manqueraient pas d'être politiquement inacceptables, un

prix unique du carbone pour ces industries est un compromis politique raisonnable. Ce prix unique ne signifie pas l'harmonisation des conditions de compétitivité puisque ces industries partent de régimes réglementaires et fiscaux différents, mais simplement le maintien des conditions actuelles. Il ne s'agit pas là d'un principe de théorie Économique, mais bien d'un mode de coordination qui évite les effets d'aubaine.

Notre critique cible donc une vision intégraliste inhérente à la théorie Économique. D'un principe de gestion valable dans un contexte spécifique, avec des modes de calcul appropriés, la composante idéologique propre à la théorie Économique retient une idée simple et en fait une règle désencastrée de tout contexte. Son principe est inaltérable, son extension indéfinie. Cette règle s'applique partout comme si l'espace social était homogène, aussi dépourvu d'aspérité que les symboles d'un modèle formel. Ne voulant pas tenir compte des particularités propres à chaque situation, la théorie Économique mutile les réalités pour les faire entrer dans son lit de Procuste.

6.4.4 *Des négociations erratiques mais hypnotisées*

Au début des années 1990, alors que la communauté internationale des décideurs découvre le changement climatique, les mesures qui ont le vent en poupe sont plutôt les taxes (Poterba, 1993 ; Goldemberg et al., 1995). Le problème politique est alors la coordination des politiques et mesures des pays par un système de taxes.

Le périmètre de ces taxes n'est pas aussi strictement délimité que dans les discussions d'aujourd'hui. La Commission européenne envisage une taxe mi-CO₂ mi-énergie. C'est le signe que l'externalité « effet de serre », car tel est le vocabulaire jusqu'au début des années 2000, n'est pas au départ configurée comme l'externalité « changement climatique » d'aujourd'hui. Initialement, l'accent porte sur l'énergie conjointement avec le CO₂. La présence du CO₂ s'explique parce qu'il est le GES majoritaire et qu'il a une longue durée de vie, l'insistance sur le secteur énergétique parce que les durées de transformation du système énergétique sont très longues et nécessitent une planification à long terme. Le thème de l'effet de serre est aussi vu par les dirigeants des pays développés, européens comme américains, comme un moyen de faire passer des hausses des tarifs d'énergie, dans un contexte marqué par le relâchement des efforts de l'après-choc pétrolier et la perspective de tensions sur l'offre du fait de l'émergence programmée des grands pays en développement comme la Chine et l'Inde.

Après la création du GIEC en 1988, le grand moment de configuration du problème climatique est la conférence de Rio en 1992, qui voit la signature de la CCNUCC. Le changement climatique fait son entrée dans la diplomatie internationale, alors même que le sujet n'a pas encore été suffisamment préparé. La Commission européenne voit son projet de taxe mi-CO₂ mi-énergie retoqué par les partenaires européens. La France notamment refuse son soutien à la Commission, parce qu'elle préfère une taxe tout CO₂, qui aurait l'avantage de préserver les intérêts de l'industrie nucléaire, ce qui est inacceptable pour les autres pays européens. Sans projet discuté en amont, les États arrivent dans une certaine impréparation à la conférence de Rio. Sous la pression des associations

écologistes, ils font une déclaration qui propose la stabilisation de leurs émissions en 2000 au niveau de 1990, ce qui n'engage à rien, croit-on. Cet engagement oral réactive la solution adoptée par le protocole de Montréal, qui instaurait une régulation par les quantités pour les gaz détruisant la couche d'ozone. Faute de solutions réfléchies, s'inspirer d'une situation antérieure vaguement similaire ne pouvait être que la réponse-réflexe à un embarras diplomatique. C'est aussi à Rio que l'on introduit dans la problématique de l'effet de serre les autres gaz, que l'on peut relier les uns aux autres par le pouvoir de réchauffement global, méthodologie exposée dans le premier rapport du GIEC (1990). Elle s'inspirait de l'équivalence entre les gaz détruisant la couche d'ozone, utilisée dans le protocole de Montréal.

À la conférence de Rio, les États élaborent la convention-cadre (CCNUCC), dont l'objectif est de stabiliser « les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique » (article 2). De manière floue, cela suggère une approche par les quantités. Surtout, les États du Nord s'engagent à maintenir en 2000 les émissions au niveau de 1990. Cette annonce diplomatique, au départ sans conséquence, va infléchir progressivement le processus de négociation. Elle constitue en effet un point d'ancrage pour les discussions futures. Les jeux ne sont pourtant pas encore faits. L'administration Clinton défend, à sa prise de fonctions en 1993, une *BTU tax* (le BTU est une unité d'énergie). Même si celle-ci est refusée par le Sénat américain, on reste donc encore dans l'ancien paradigme, centré sur l'énergie. La question de la coordination des taxes reste centrale, alors que l'approche par les quantités est perçue, conformément aux analyses exposées précédemment, comme conduisant à une régression à l'infini sur l'équité du partage initial (Hourcade, 1994b). Le cadrage du changement climatique tel que nous le connaissons se noue en fait à la conférence de Berlin en 1995 (Hourcade, 2002a).

Suite à l'échec de la *BTU tax* de Clinton, les Européens se sont persuadés que les États-Unis n'accepteraient qu'une approche par les quantités. Les Allemands de leur côté se sont ralliés à cette approche : la modernisation ou la fermeture des installations industrielles de l'Allemagne de l'Est, récemment annexée, permettent en effet d'afficher de confortables niveaux de réduction d'émissions relativement aux niveaux de 1990. Helmut Kohl annonce ainsi -25 % après des accords volontaires avec l'industrie. Les Américains s'attendent eux à une négociation sur la coordination des taxes. Pris à revers par les propositions européennes de réduction quantitative, ils doivent changer leur mandat de négociation, qui ne prévoit pas de discussions d'objectifs quantitatifs. La conférence de Berlin se termine sur un mandat pour adopter à la conférence de Kyoto des objectifs quantifiés.

Une fois prise la pente des objectifs quantifiés, il est difficile d'échapper à sa conséquence logique. La régulation par les quantités ne permet pas de borner les coûts qui seront encourus par l'économie. Pour limiter ces coûts, il est alors nécessaire de mettre en place des mécanismes de flexibilité entre pays à profil de coûts différents, ou bien de disposer d'un gisement de réductions d'émissions peu chères. L'adoption d'objectifs quantifiés conduit donc à terme à la création d'un mécanisme d'échange, où des quantités de réduction d'émission

seront échangées. À ce stade, les partenaires de la négociation, toujours portés par le protocole de Montréal, n'ont pas pleinement conscience de la portée de leurs arrangements diplomatiques.

Ce tournant vers le mécanisme d'échange va être accentué par la confluence de deux dynamiques historiques : celle, que nous avons commencé à explorer, des négociations internationales sur le changement climatique et celle des expérimentations des marchés de permis d'émission comme outil de gestion de l'environnement. Avant de poursuivre, il nous faut revenir sur l'émergence du marché de permis comme instrument viable puisqu'elle forme l'arrière plan sur lequel s'inscrit l'histoire des négociations.

L'idée de faire appel au marché pour corriger les externalités environnementales vient des travaux de Ronald Coase (1960). En lieu et place de la taxe qu'envisageait Pigou, Coase imagine de définir des droits de propriété sur la ressource vecteur de l'externalité. Selon l'exemple classique de deux usines utilisant le même cours d'eau, dont l'une en amont pollue l'autre en aval, on peut donner à l'une ou l'autre usine le droit sur le cours d'eau. Celui qui détient le droit peut faire l'utilisation qu'il souhaite du cours d'eau. Si les droits de propriété sont clairement délimités, les usines peuvent échanger leurs droits. L'usine qui bénéficie le plus du cours d'eau, que ce soit comme dépotoir ou comme facteur de production, rachètera les droits. La définition de droit de propriété ou de permis d'usage permet ainsi de faire émerger un coût de l'externalité par le biais de transaction de marchés. Cette solution par le marché évite à la puissance publique de rassembler l'information nécessaire pour fixer le montant optimum de la taxe, ce que Coase juge impossible.

La solution va être affinée par Dales : celui-ci imagine un marché d'échange de permis concédé par l'État aux entreprises. Ces permis sont des autorisations d'émettre une certaine quantité de produits polluants que les entreprises vont s'échanger entre elles. Les solutions des économistes tranchent avec les pratiques de l'époque, qui sont celles du *command and control* : l'administration fixe des normes que les entreprises doivent respecter. Les instruments économiques comme les permis autorisent une flexibilité qui réduit les coûts de conformité pour la même performance environnementale. Au début des années 1970, ces instruments ne sont que des possibilités théoriques. Un long processus d'apprentissage va faire du marché de permis d'émission un instrument majeur de la correction des pollutions (Voß, 2007).

C'est d'abord dans le contrôle des polluants aériens par l'*Environmental Protection Agency* que l'approche économique fait son entrée. Dans le milieu des années 1970, il s'agit simplement dans un premier temps d'offrir de la flexibilité aux entreprises dans le respect de leurs obligations d'émission. On introduit d'abord en 1974 le principe de compensation des émissions à l'intérieur d'une même usine, les faibles émissions d'une source pouvant compenser les émissions d'une autre. En 1979, on autorise les bulles entre installations, c'est-à-dire que toutes les émissions de différentes installations sont regroupées ensemble. Une bulle peut inclure des usines d'entreprises différentes. On autorise enfin la possibilité de réserver des permis pour une période future. Quoique les échanges entre firmes soient en pratique très limités (la majorité des échanges a lieu à l'intérieur d'une même entreprise, on ne compte que deux échanges entre entreprises), on estime

malgré tout que ces mesures ont permis de faire chuter les coûts du respect des normes (Hahn, 1989, p. 100-101). À la fin des années 1980, on ne relève qu'un petit nombre de programmes à travers le monde qui utilisent l'échange de permis d'émission (Hahn, 1989).

Les instruments économiques mis en place pour le contrôle de la qualité de l'air ne sont que des mesures de flexibilité à l'intérieur d'une approche qui reste, dans son esprit, réglementaire. Avec le programme de contrôle des émissions de dioxyde de soufre, qui provoquent les pluies acides, le gouvernement américain, sous la présidence de George Bush père, adopte au début des années 1990 une approche résolument économique. Le programme est présenté comme une nouvelle façon de faire et suscite rapidement un fort enthousiasme dans la communauté des économistes¹³. L'idée de passer par le marché pour résoudre les problèmes de pollution s'impose peu à peu. À ce moment, cette dynamique de l'instrument « marché de permis d'émission » rencontre les négociations internationales sur le changement climatique.

Comme le mandat de Berlin portait sur des objectifs quantifiés, la négociation qui conduira au protocole de Kyoto ne pouvait aboutir qu'à deux solutions : ou bien des engagements quantitatifs modérés, ou bien des engagements plus contraignants, mais accompagnés alors de larges mesures de flexibilité. L'Europe, qui veut paraître leader sur le plan de la défense de l'environnement, s'accroche à des objectifs quantifiés ambitieux. Ces objectifs ne sont pas acceptables par les États-Unis, en raison de l'incertitude sur les coûts qu'ils feraient porter à leur économie. Ils demandent donc des mécanismes de flexibilité. Les États-Unis et leurs alliés (Japon, Canada, Australie, Nouvelle-Zélande) cèdent finalement et s'accordent sur des objectifs ambitieux, mais au prix de l'élargissement du périmètre, qui inclut maintenant les autres GES et les puits de carbone, liés au captage naturel du carbone par les écosystèmes.

En contrepartie, les États-Unis veulent faire inscrire le principe d'échange de quotas et remettre à plus tard la discussion des modalités. Cette attitude est inacceptable pour les Européens qui voient là un moyen pour les États-Unis d'échapper à leurs obligations, d'autant plus que les associations écologistes dénoncent la marchandisation de l'environnement. Le refus par les Européens des mécanismes de flexibilité est d'autant moins compréhensible par les autres parties que ceux-ci organisent une redistribution des quotas à l'intérieur de l'UE. Ils acceptent cependant le principe d'échange des quotas, sous réserve d'une clause de suppléantarité, qui limite la portée des échanges.

Cet accord des pays du Nord est cependant mis à mal par les pays du Sud, qui n'ont pas été associés aux négociations. Ceux-ci refusent tout net le principe d'échange des quotas, sans qu'il y ait eu d'accord sur l'allocation initiale des quotas : « Until the question of emissions rights and entitlements is addressed equitably, it will not be possible to have emission trading. »

Cette réaction était prévisible, étant donné les prises de position antérieures, notamment de la part de l'Inde. En 1991, suite à une publication du World Research

13. Le programme débute en 1995. Pour une évaluation rétrospective de ce programme, voir Schmalensee et Stavins (2013). Si le programme a entraîné des coûts moins importants que prévus, c'est moins du fait de l'échange en lui-même que parce qu'on a trouvé des manières moins coûteuses de réduire les émissions (grâce à l'accès facile à des bassins charbonniers peu soufrés).

Institute qui estime les responsabilités de chaque pays, les chercheurs indiens [Agarwal et Narain \(1991\)](#) lancent une accusation d'« impérialisme écologique ». Ils remarquent que la contribution de chaque pays dépend, dans une importante mesure, des sources d'émissions qui sont retenues : s'agit-il des émissions du CO₂ fossile ? faut-il inclure les émissions liées à la déforestation, retrancher les puits de carbone ? faut-il compter tous les gaz à effet de serre ? Ils contestent surtout le calcul effectué par le WRI. Pour apprécier la responsabilité des pays, celui-ci retient en effet les émissions nettes de CO₂. Il calcule les émissions nettes en appliquant un facteur de proportionnalité aux émissions brutes. Cela signifie que chaque pays a une jouissance de la capacité d'absorption des GES par le système bio-climatique, qui est en fait proportionnelle à ses rejets. Plus on pollue, c'est-à-dire plus on est riche, plus on se voit attribuer par le calcul une plus grande part du bien commun mondial qu'est la capacité d'absorption. [Agarwal et Narain](#) proposent alors une égalité des droits entre chaque individu.

On retrouve ici les problèmes déjà mentionnés : la délimitation du périmètre des émissions à prendre en compte, qui n'a rien d'évidente mais résulte de compromis politiques, et la question des droits initiaux, que l'on retrouve ici par le biais du calcul des émissions nettes. Il n'y a pas qu'un calcul maladroit de la part du WRI mais un problème de fond, qui est celui de l'impossibilité de se mettre d'accord sur la responsabilité de chaque pays. Les cycles biogéochimiques forment un système total et l'on rentre dans des controverses sans fin si on essaye de le découper en tranches, de mesurer la contribution respective de chacune de ses parties. Faut-il par exemple considérer les puits de carbone mondiaux dans leur totalité, et les répartir à égalité entre chaque personne, ou les attribuer au contraire aux pays où le carbone est capté ? D'un côté, ces pays sont responsables du bon fonctionnement des puits, comme les forêts tropicales ou boréales, mais d'un autre côté, ils n'ont pas choisi leur position géographique et donc l'importance des puits de carbone présents sur leur territoire. De plus, est-il juste de faire porter un fardeau plus lourd à celui qui a eu la malchance de naître dans un territoire qui ne capte pas de carbone ? On peut soulever des points de controverse *ad libitum*.

La discussion sur les critères d'équité d'attribution des émissions est donc un processus sans fin. En s'engageant sur la voie des objectifs quantifiés, la négociation allait forcément revenir sur ces questions que l'on n'avait pas voulu traiter, en considérant l'échange de quotas comme un simple mécanisme pour rendre le protocole efficace. On avait en fait oublié le contexte dans lequel ce « simple mécanisme » est encasté. La déclaration des pays du Sud est là pour rappeler ce qui a été refoulé. L'échappatoire trouvée à Kyoto est alors de mettre en place le mécanisme de développement propre (MDP). Le mécanisme permet de conduire des projets de réduction d'émissions dans les pays du Sud tout faisant valoir ces réductions d'émission au titre des engagements du Nord. Il a l'avantage de ne pas statuer sur les quotas d'émission du Sud.

Sans accord sur l'allocation initiale des droits, ce mécanisme n'est qu'un moyen d'obtenir l'assentiment des pays du Sud sur l'échange de permis, tout en laissant en suspens la question primordiale de l'allocation initiale. Ce mécanisme crée une soupape de sécurité pour les pays du Nord, car il limite une dérive à la hausse des coûts de réduction. Il intègre aussi les pays du Sud dans les actions

de réductions d'émission, mais de manière faible. L'inconvénient est alors de consacrer le refus programmé des États-Unis : le Sénat américain avait averti, avec la motion Byrd-Hagel, qu'il ne ratifierait pas d'accord n'incluant pas d'objectifs contraignants pour les pays du Sud. Cette motion, que certains qualifient de cynique, est aussi le témoignage d'une lucidité géopolitique. Derrière cette motion, il y a le refus d'organiser en catimini des transferts vers les pays du Sud ou la Russie. La négociation ne peut pas être désencastrée des rapports de force sur la scène internationale.

La négociation de Kyoto est inachevée et elle se poursuit les années suivantes à la Haye et à Marrakech (2001). L'accord manqué de la Haye donne toute latitude aux États-Unis, désormais sous la présidence de George W. Bush, pour se retirer du processus. Pour isoler les États-Unis, les Européens parviennent cependant à rallier les autres partenaires sur la concrétisation du protocole à Marrakech. Mais c'est au prix de larges concessions, notamment en attribuant des crédits supplémentaires à la Russie, et en acceptant une prise en compte plus large des puits de carbone (Hourcade, 2002b).

Ce n'est donc qu'à partir de ce moment que sont définies les frontières des émissions de GES à prendre en compte dans le calcul économique. Cette histoire de la négociation montre que les frontières de l'espace de calcul ne sont pas une donnée naturelle du problème, mais bien le résultat d'une négociation entre acteurs. L'espace de calcul, la mise en équivalence des différentes espèces de GES sont une construction sociale, impliquant de nombreux acteurs, négociateurs, associations, lobbyistes, scientifiques.

L'effet de cadrage apporté par les accords internationaux est très net. Il crée un espace de calcul stable où les contributions des différents gaz sont mises en équivalence. C'est uniquement dans l'espace de calcul ainsi formé que l'économiste peut préconiser que la solution rationnelle est celle d'un prix unique du « carbone ». Ce faisant, il oublie l'arbitraire de la construction de l'espace de calcul. Il se recommande d'un principe de rationalité supérieure mais qui ne peut s'appliquer que sur un espace délimité par des compromis politiques. Cette volonté de s'en tenir coûte que coûte à la rationalité de la théorie économique dans un contexte modelé par d'autres logiques confine à l'absurde.

On peut voir cet arbitraire dans la mise en équivalence des différents gaz. Le GIEC, dans son premier rapport, s'était inspiré du potentiel de déplétion ozonique (*ozone depleting potential*), qui avait servi pour le protocole de Montréal, et avait proposé une méthode similaire pour les GES, fondée sur le pouvoir de réchauffement global. L'existence d'une telle méthode, qui permettait d'élargir le périmètre pris en compte, et diminuait donc l'importance des réductions à faire sur le CO₂ d'origine fossile, a été un élément important pour l'acceptation des cibles de Kyoto (Skodvin, 1999). Le protocole entérine comme base de l'équivalence le pouvoir de réchauffement global à cent ans, sans que l'on sache comprendre tous les effets de ce choix. D'autres méthodes sont régulièrement proposées, comme la contribution à l'élévation de température, qui donne des résultats différents (Shine, 2009).

La proposition d'un prix unique pour les différents gaz hérite en fait de l'arbitraire de la métrique initiale. Si la boîte noire de l'équivalence est rouverte, le prix unique des GES se diffracte en une série de prix. Manne et Richels (2001)

montrent ainsi que, dans l'objectif d'une stabilisation en température, le prix relatif des gaz à faible durée de vie (comme le méthane) par rapport à celui du CO₂, augmente avec le temps quand l'on se rapproche de la cible. Cette question de la mise en équivalence des différents gaz n'est pas neutre pour les pays, et ceux-ci pourraient bien vouloir discuter à nouveau les équivalences stabilisées par le protocole de Kyoto. La méthode qui mesure non le pouvoir de réchauffement global (la contribution au forçage radiatif) mais la contribution à l'élévation de température change par exemple le poids du méthane relativement au CO₂ de 25 à 4. On comprend que les pays où les émissions liées à l'élevage (méthane) sont prépondérantes voient avec intérêt une mesure de ce type.

Le fonctionnement du marché carbone et des mécanismes de développement propre fait resurgir les frontières de l'espace du calcul économique et ses aspects parfois absurdes (Wara, 2007). La destruction d'un gaz industriel comme le HFC-23, sous-produit de production du HCFC-22, génère de nombreux crédits carbone, car le pouvoir de réchauffement global de HFC-23 est plusieurs milliers de fois celui du CO₂. Comme les coûts de destruction sont modestes, cela génère une rente substantielle pour l'usine productrice, qui peut même devenir sa première source de revenus. Une intervention réglementaire, accompagnée de remboursement des coûts de destruction, aurait évité la constitution d'une telle rente. L'appel au marché n'était sans doute pas nécessaire dans ce cas (MacKenzie, 2009). Il se pourrait d'ailleurs que les projets de ce type ne soient plus éligibles pour la future génération de MDP. Comme on le voit, l'espace de calcul est susceptible d'être remis en cause, au gré de la découverte des effets inattendus que le marché provoque.

Le protocole de Kyoto organise un espace de gestion des émissions de GES, dont les frontières, les mises en équivalence et les principes d'extension sont fonction de nombreux paramètres, négociés entre acteurs, manipulés ou contestés (voir par exemple la question des *baseline* à partir desquels les projets MDP sont évalués, Lohmann, 2005). Dans cet espace de gestion, l'Économiste voit un authentique espace de calcul, sur lequel il peut appliquer les principes de la théorie Économique, un espace au sein duquel le marché peut opérer pour réaliser l'efficacité.

Le protocole de Kyoto ne valait pas, au départ, création d'un grand marché mondial du carbone. Il est en premier lieu un accord international entre États souverains, qui se fixent des objectifs et se donnent des mécanismes de flexibilité pour les réaliser. Malgré tout, son esprit est suffisamment proche de celui de la théorie Économique pour que l'Économiste y voit les prémices d'un grand marché mondial du carbone, régi par un prix unique.

Du fait du contexte de montée en puissance des marchés de permis d'émission, Kyoto va être interprété comme posant les jalons pour un marché mondial intégré du carbone. L'approche par les quantités de Kyoto débouche, du fait de sa ressemblance avec les préconisations de la théorie Économique, sur un marché général de permis d'émissions de GES. Le cadre analytique de la théorie Économique, dont les limitations ont été exposées précédemment, agit comme un attracteur intellectuel. Pris dans son orbite, le compromis âprement négocié acquiert un sens rétrospectif : son sens profond est celui de la construction progressive d'un marché mondial du carbone. Ce sens n'est pas forcément celui des

textes, ni celui que les négociateurs pensaient lui donner : il est celui de l'interprétation du protocole de Kyoto avec les lunettes de la théorie Économique. La théorie Économique oriente donc des possibilités qui ne sont que latentes dans l'accord de Kyoto, elle détermine le futur du protocole. Rétrospectivement, la marche vers Kyoto pourra apparaître comme un développement linéaire de cette idée du marché de permis carbone.

Cette convergence entre un compromis pragmatique, qui ne contenait pas de vision de long terme, et un sens apposé de l'extérieur par la théorie Économique, a été facilitée par plusieurs éléments :

- les mécanismes de développement propre. Conçus pour intégrer les pays en développement dans l'architecture de Kyoto, ce sont en réalité des projets réalisés par l'initiative privée, qui génèrent des crédits d'émission. Les crédits d'émission peuvent être achetés par les États pour respecter leurs engagements de Kyoto. Les MDP créent donc un brouillage entre le niveau de l'initiative privée et le niveau souverain de l'État. Le marché, *a priori* inter-étatique, des quotas d'émissions s'ouvre subrepticement à des acteurs d'un autre type. On crée des connexions qui orientent l'architecture du protocole vers un marché mondial, indifférencié selon les acteurs.
- le marché européen de quotas. Les pays de l'UE ont mis en commun leurs quotas d'émission définis par Kyoto dans une « bulle européenne », et chaque pays reçoit ensuite un objectif national. La mise en commun des émissions sous « une bulle » est, depuis les expériences de l'EPA de la fin des années 1970, un mécanisme commun de flexibilité des approches réglementaires. Pour harmoniser les politiques entre les États membres, l'Europe va se doter, sous la pression des industries lourdes, d'un instrument dont la mise en place va prendre beaucoup de ressources : le marché de permis d'émission qui ciblent les gros émetteurs de GES. Cette construction phare de l'Europe doit montrer son rôle exemplaire dans la lutte contre le changement climatique. Ce marché, qui vient d'un contexte spécifique, fruit d'un compromis entre les intérêts politiques et industriels, ne pourrait être qu'un instrument communautaire ; il est pourtant vu comme la préfiguration d'un complexe plus vaste. On envisage des marchés d'émission dans des pays, puis on considère ces marchés comme autant d'éléments à interconnecter pour créer un marché mondial du carbone. Il y a une fois de plus amalgame entre les niveaux inter-étatiques et nationaux. De plus, l'existence de coûts importants de mise en œuvre crée une série d'acteurs qui a intérêt à la pérennité et à l'extension du marché. L'Europe, qui a beaucoup dépensé pour acquérir des capacités institutionnelles, compte bien exporter son savoir-faire. On voit là une forme de blocage institutionnel.
- l'usage des modèles numériques. Pour évaluer le protocole de Kyoto et plus généralement l'impact économique des réductions des émissions, les modèles de simulation font usage de prix du carbone. Les modèles technico-économiques cherchent à optimiser le coût des réductions de GES, dans un contexte où les coûts sont parfaitement connus et le futur prévu. Ils utilisent un bouclage macro-économique, le plus souvent sans finance, proche de l'optimalité. Dans ces conditions, l'égalisation des coûts marginaux diminue les pertes de consommation. Le dual de la contrainte portant sur la

quantité d'émissions a la dimension d'un prix qui est le même pour toutes les régions. L'existence de ce prix unique, au niveau des installations techniques, vient uniquement des hypothèses adoptées. Le lien est alors fait entre le prix calculé par les modèles pour atteindre une certaine contrainte et le prix qui émergerait d'un marché de quotas d'émissions entre pays (Springer, 2003). On projette donc alors sur le protocole de Kyoto la qualité de décentraliser l'optimum de planification calculé par le modèle. Le protocole de Kyoto devient malgré lui l'instrument de la réalisation par le marché de l'optimum des modèles.

- l'opposition entre tenants du marché et opposants au tout-marché. Dans l'atmosphère néo-libérale des années 1990 et 2000, avec la mondialisation et l'interconnexion des marchés financiers, le marché est la solution à tous les problèmes et le rôle de l'État se limite à fabriquer des marchés. Dans cette optique, il est incompréhensible que le protocole de Kyoto soit autre chose que le prélude à un grand marché mondial ; il est alors nécessairement un moyen au service de cette panacée de l'époque, la construction des marchés. Le contexte intellectuel oriente une fois de plus l'interprétation d'un accord qui aurait pu être chargé d'autres significations. Cette interprétation est reconduite par ceux qui, a contrario, dénoncent la marchandisation de la nature opérée par le protocole de Kyoto. Ils ne font en fait que renforcer, pour la dénoncer, la vision néo-libérale. Le protocole de Kyoto devient ce que tout le monde croit qu'il est déjà : un jalon sur la route de la construction d'un marché mondial intégré du carbone.

La clef du succès de la conformation du réel aux prescriptions de la théorie Économique résulte néanmoins de l'extraordinaire plasticité de la théorie Économique couplée à une constance remarquable.

La plasticité a son origine dans le flou entretenu sur les acteurs auxquels la théorie est censée s'appliquer. Le modèle de l'*homo œconomicus* est plaqué de manière indiscriminée sur les individus, les usines, les États. La théorie Économique est en fait incapable de procéder d'une autre façon. Elle ne connaît qu'un seul modèle d'agent qu'elle applique sans réfléchir à toutes les échelles. Cette plasticité, qui favorise la confusion des niveaux, est renforcée par l'irréalité des concepts de la théorie Économique. En raisonnant avec ces concepts, l'Économiste construit un monde idéal, mais qui fait abstraction de tout le contexte institutionnel pourtant primordial en réalité. La théorie désincarnée, abstraite et méprisant les grains du réel, est ici responsable. Elle est plastique car elle adapte le contexte, sans rien changer aux concepts. Il suffit d'en appeler à la métaphore pour en valider l'utilisation.

En raison de réflexes très profonds qu'il faudra analyser, la théorie Économique utilise toujours les mêmes outils indépendamment des situations concrètes. L'usage du même formalisme et des mêmes concepts cadre de manière identique des situations diverses. Il donne à la théorie Économique, au travers de sa plasticité, une certaine constance. Par-delà la diversité des situations, la théorie Économique met en scène une seule et même chose : la naturalité et le bénéfice de l'échange. Il y a une présomption de naturalité du système de prix et de marché, ce qui en fait une solution toujours disponible indépendamment du contexte. Cette essence des solutions économiques a ainsi été un puissant motif pour interpréter

le protocole de Kyoto dans le sens de la construction d'un marché mondial du carbone. La préconisation d'un prix unique, réalisé par une taxe ou un marché de permis, permet aussi de préserver la neutralité de l'Économiste qui n'a pas à entrer dans les détails des situations particulières. En favorisant une solution universelle, la même pour tous, l'Économiste peut prétendre rester en dehors du débat politique.

L'attrait intellectuel de la théorie Économique configure ainsi la poursuite des négociations sur le climat. Il donne un sens et une direction qui n'étaient pas nécessairement dans les intentions des parties. Le compromis de Kyoto, fruit d'une certaine contingence, entre l'effet de mode d'un nouvel instrument de régulation et les tâtonnements de la négociation internationale, est ainsi perçu comme la première étape d'un grandiose dessein : l'établissement d'un marché mondial de l'externalité carbone. Une fois admise la finalité de tout le processus, la négociation ne peut plus porter que sur la répartition initiale des droits d'émissions.

À la théorie Économique revient l'allocation optimale d'une ressource rare, les droits d'émissions de GES, par le biais d'un grand marché, à la négociation politique revient l'accord sur les montants initiaux de droits d'émissions. Ayant réduit le problème de l'atténuation du changement climatique à l'allocation optimale des réductions d'émission, la théorie Économique prétend fournir une solution purement technique pour réaliser l'efficacité de l'atténuation, celle du marché. La nature universelle de l'instrument préserve sa neutralité politique. Cependant, cette neutralité préservée se paie d'une impossibilité de résoudre le problème politique. La contrepartie de la neutralité de l'instrument est le cadrage spécifique du problème politique, qui n'a en fait rien de neutre.

L'effet de cadrage de la théorie Économique est tel qu'elle entraîne la négociation dans une impasse. Le processus politique entraîne dans une discussion interminable sur les règles d'équité des droits initiaux. Comme on le pressentait au début des années 1990, ce processus ne peut que s'enliser et conduire à un échec.

En attendant l'improbable achèvement du marché carbone mondial, les effets des premières étapes de la construction se font sentir. Le véhicule des MDP a été par exemple très critiqué. Nous avons vu que les premiers gros projets MDP étaient destinés à la réduction des gaz industriels, apportant une rente aux entreprises de ce type, mais de contribution nulle au développement. Surtout, les origines géographiques des projets étaient en contradiction flagrante avec l'objectif affiché de servir de levier pour les pays pauvres. La plupart des projets sont réalisés en Chine ou en Inde, précisément dans les pays émergents qui ont le moins besoin de cette aide. Dans un premier temps, les capacités institutionnelles des pays les moins avancés, en Afrique notamment, étaient en fait trop faibles pour venir à bout de la complexité administrative d'un projet MDP. Le processus de validation des MDP a été allégé, les investisseurs craignent maintenant le risque-pays.

Récemment, ce sont les projets appelés REDD (*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*) qui ont été intégrés dans cet embryon de marché mondial. De la sorte des communautés rurales indigènes se sont retrouvées en communication avec des multinationales cherchant à compenser leurs émissions, des monteurs de projet REDD désireux d'empocher les crédits carbone,

des ONG défendant leurs droits. Des malversations ont déjà été enregistrées, certains craignent qu'une nouvelle dynamique de spoliation des terres indigènes ne se mette en place, après les grands projets de parcs naturels.

L'introduction du marché, sans maîtrise des conditions de mise en relation, provoque des bouleversements sociaux. Elle ouvre une boîte de Pandore de répercussions politiques, de mise en mouvement des communautés. L'erreur de conception vient de l'exhaustivité recherchée des « abattements » à intégrer dans le marché, alors que ceux-ci ne sont pas commensurables et relèvent de réalités distinctes.

La théorie est aveugle à ces effets indésirables, puisque, précisément, elle ne pense pas les conditions institutionnelles de possibilité de son succès. Elle est animée par la croyance en les vertus auto-stabilisatrices du marché. Dans le cadre de la société de marché, la théorie Économique croit résoudre le problème de l'institution et du fonctionnement de l'ordre social par le biais du marché. Or elle se donne un problème déjà résolu, car le marché lui-même est une construction sociale, dépendante d'institutions spécifiques. Comme elle n'a pas analysé ces institutions lorsque le marché fonctionne malgré tout, elle ne peut donc pas apprendre du processus social de création d'un marché. Si la création du marché européen de permis d'émission carbone est effectivement un processus d'expérimentation sociale qui fait surgir de nouveaux acteurs insoupçonnés (Callon, 2009), les résultats de cette expérimentation n'ont pas leur place dans la théorie Économique. Malgré les expérimentations et leurs résultats mitigés, celle-ci se perpétue identique à elle-même.

6.4.5 *Un autre paradigme ?*

Une autre interprétation de Kyoto était possible. Cette interprétation déplace le focus des émissions de GES vers le développement des pays pauvres (Hourcade et al., 2009). *Stricto sensu*, le protocole de Kyoto n'organise pas en effet un marché mondial du carbone, avec un prix unique. Il donne à chaque pays des quotas d'émission à respecter. Le protocole autorise une certaine flexibilité dans l'atteinte des objectifs : les quotas d'un pays qui a plus réduit ses émissions que sa cible peuvent éventuellement être achetés par un pays dont les émissions réelles excèdent au contraire les quotas. L'échange fournit donc une flexibilité pour l'atteinte des objectifs, mais cet échange a lieu entre États souverains.

Dans ce contexte, rien n'empêche un État de conduire les politiques et mesures qui lui conviennent pour atténuer ses émissions de gaz à effet de serre. Il peut par exemple lever une taxe carbone qui sera adéquatement recyclée, tout comme appliquer des mesures plus diffuses, comme la distribution de foyers fermés qui limitent l'usage du bois de feu. Il peut se lancer dans une politique d'infrastructure. Chacune de ces mesures correspond à un prix implicite fourni au carbone à l'intérieur du pays, mais l'important est de comprendre qu'il n'est nul besoin d'harmoniser ces prix implicites, d'une part entre les mesures domestiques, d'autre part entre les mesures domestiques et le prix des quotas de GES échangés entre États souverains (mis à part le cas spécifique des industries grandes consommatrices d'énergie en concurrence internationale). Un État peut

en effet favoriser certaines mesures pour sa population, tout en vendant ces quotas à un certain prix.

Cette façon de voir le protocole de Kyoto l'écarte de la vision du grand marché du carbone, pour le recentrer sur les problèmes de développement locaux. Le protocole de Kyoto ainsi interprété permet en effet de fournir un signal prix au niveau de chaque État (puisque les quotas échangés ont un prix international) tout en laissant le loisir à chaque État souverain de mener les politiques de réduction qui l'intéressent. Cela invite à jouer sur les synergies entre réduction des gaz à effet de serre et développement local. Les politiques et mesures d'atténuation peuvent en effet être voulues pour elles-mêmes, la réduction des émissions de GES n'étant qu'un sous-produit heureux. La combustion d'énergies fossiles dans des grandes installations type centrale électrique s'accompagne à la fois d'émissions de polluants locaux et de GES. Il peut donc y avoir intérêt à agir sur les sources de GES, pour réduire la pollution locale.

On abandonne ainsi une vision centrée sur le climat pour élargir les politiques climatiques à une série d'autres problèmes. Au lieu de découper les problèmes et de créer un espace de négociation sur la seule répartition initiale des quotas d'émission, on élargit au contraire les sujets abordés, en traitant par exemple de développement local, de financement des infrastructures, de tensions sur les systèmes énergétiques. On complexifie la situation pour mieux trouver un compromis. On réhabilite également la notion de mesures sans-regret, qui était au départ l'angle d'attaque des politiques climatiques (Hourcade, 1997), avant qu'elle ne tombe en disgrâce. Les mesures sans-regret étaient typiquement des mesures que les États accompliraient à terme sans politiques d'atténuation, mais dont le changement climatique augmente la priorité.

L'échec de Kyoto est de n'avoir pas convaincu les pays en développement de participer pleinement aux réductions d'émission. L'obligation de se mettre d'accord sur les règles d'allocation initiale des quotas est entrée en conflit avec les responsabilités « communes mais différenciées » de la CCNUCC. Il en a résulté une situation où seuls les pays développés ont des obligations de réduction et où les pays en développement regardent en spectateurs.

Pour que l'autre paradigme esquissé ait toute sa valeur, il faut trouver un moyen d'y intégrer véritablement les pays en développement. Ce n'est qu'avec la participation des pays en développement que l'insistance sur les politiques domestiques adéquates pourrait montrer tous ses bénéfices. Une solution est de donner aux pays en développement des objectifs non-contraignants. Cela leur donne en effet une incitation à réduire leurs émissions, puisque si un pays est en-deçà de ces objectifs, il peut vendre à d'autres États son surplus de quotas. Il peut ainsi adopter des politiques et mesures nationales pour récupérer une partie de ses quotas sous forme de financement. Dans le même temps, les quotas ne sont pas vus comme une contrainte mise sur la croissance des pays les plus pauvres, puisqu'ils sont non contraignants. Cette solution a le mérite de favoriser la négociation véritable plutôt que les faux-semblants qui se cachent derrière des accords contraignants sur le papier mais en réalité jamais respectés.

On pourrait répliquer que l'usage de cibles non contraignantes diminue l'efficacité du dispositif. La participation de tous les pays à un accord est plus importante que son efficacité. Il faut mieux que tous participent à un accord

peut-être inefficace plutôt que de rechercher un accord efficace que personne ou presque ne respectera (Barrett et Stavins, 2003). Une des erreurs de l'interprétation Économique de Kyoto est justement d'avoir voulu l'efficacité au détriment de la participation. Le paradigme d'une coordination faible des politiques et mesures domestiques, axées sur le développement, évite cet écueil.

L'échec de Copenhague a mis en sommeil l'utopie d'un grand marché mondial (Godard, 2010d). On s'oriente bien plutôt vers des zones d'harmonisation régionale, faiblement coordonnées entre elles. Le changement de paradigme de Cancún, qui suit à peu près les lignes développées *supra*, doit encore être concrétisé (Hourcade et al., 2014). Le marché mondial pourrait bien sans cela revenir subrepticement à l'ordre du jour, tant que l'on considèrera que les politiques nationales devront être connectées, le jour où la rationalité économique aura triomphé des préjugés politiques. Il faudra du temps avant que la négociation internationale ne sorte complètement de la zone d'attraction de la théorie Économique. Son tort, peut-être fatal, aura été de placer les négociations dans le trou noir de la recherche d'un partage efficace du fardeau des réductions, au lieu de rechercher la participation pour la production de co-bénéfices, localement et globalement.

*
* *

Ce chapitre nous a présenté en détail les deux éléments de base de la théorie Économique, l'*homo œconomicus* et le marché. Ces deux éléments ne sont en rien naturels, comme le croit l'Économiste. Ils résultent au contraire d'une construction sociale concrétisée dans des dispositifs. L'étude des controverses entre anthropologues et économistes a permis de montrer que l'*homo œconomicus* n'était pas une hypothèse descriptive mais bien un type-idéal auquel le réel est censé se conformer. De même, le marché de la théorie Économique est un processus idéal d'allocation des ressources. C'est un modèle à suivre et non une stylisation d'une réalité. À partir de l'analyse historique du développement de certains marchés, nous avons vu comment l'organisation des marchés supposait un travail en amont, à la fois d'homogénéisation et de différenciation des biens en marchandises, et la construction d'une entité centralisant les échanges. Le marché de la théorie Économique suppose en fait acquises ces propriétés, alors qu'elles constituent dans bien des cas le problème le plus difficile à résoudre.

La dernière partie a enfin montré comment la puissance intellectuelle de la théorie Économique avait progressivement conduit au dessein de créer un grand marché mondial du carbone. Les idées simples de la théorie Économique préconisent un prix unique du carbone à l'échelle mondiale, alors même que des considérations empiriques et d'autres analyses économiques vont à l'encontre de ces idées simples. Le processus de négociations entre pays, au départ pragmatique et marqué par les rapports de force internationaux, va être attiré par ces idées simples de la théorie Économique et par la croyance en l'efficacité du marché. La théorie Économique fournit une doctrine d'action simple à assimiler et apparemment cohérente. Elle sert donc naturellement d'horizon à atteindre dans un processus autrement erratique. L'attraction de la théorie Économique est d'autant plus forte qu'elle cultive une ambiguïté sur les concepts utilisés et sur les niveaux d'analyse.

En insistant d'abord sur les gains à l'échange dans le cadre d'un grand marché mondial du carbone, la théorie Économique fait l'impasse sur tout ce qui pose problème, et qui fait justement partie de la construction du marché : les dotations initiales des participants, les frontières entre ce qui relève du marché et ce qui n'en relève pas, les mises en équivalence des différents produits. Le marché ne peut pas fonctionner tant que les acteurs ne se sont pas accordés sur ces éléments.

En cherchant à promouvoir avant tout un instrument efficace de partage du fardeau, la théorie Économique met les acteurs en position non-coopérative, où chacun cherche à s'accaparer les émissions admissibles. En oubliant la difficulté des compensations internationales, en refusant de considérer les bénéfices nationaux des politiques climatiques, elle cadre la négociation de sorte à rendre impossible un accord d'atténuation du changement climatique.

L'assomption de l'Économie

L'économie s'est peu à peu émancipée du sacré. Un temps contenue par le religieux, puis par le politique, elle est aujourd'hui devenue notre religieux et notre politique : elle souffre d'avoir perdu toute extériorité. Elle ne peut plus alors fixer un avenir, ni nous permettre d'habiter un monde : elle est devenue notre avenir et notre monde.

L'avenir de l'économie : sortir de l'économystification

Jean-Pierre Dupuy (2012)

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE révèle nombre de difficultés de la théorie Économique. Nous avons vu l'incapacité des modèles théoriques à prendre en compte les réalités empiriques. Cette désincarnation de l'analyse économique se traduit par un lien ténu entre des modèles abstraits et les réalités qu'ils doivent représenter. Ces modèles peuvent par conséquent faire l'objet de multiples interprétations ; on constate cependant en pratique que ces interprétations sont le plus souvent guidées par l'idéologie qui imprègne les concepts de la théorie Économique. Les modèles, censés être des supports d'aide à la décision, deviennent ainsi de véritables « foyers d'hypnose » par le sens qu'on leur prête. Ainsi, dans les négociations internationales sur le changement climatique, les recommandations schématiques de la théorie Économique ont polarisé les positions sur un terrain de jeu où il ne peut y avoir aucun accord.

Ces glissements perpétuels de sens auxquels sont livrés les modèles économiques ont pour origine les concepts de base du paradigme néo-classique : l'agent rationnel maximisateur et l'équilibre des marchés. Ces concepts sont appliqués sans discernement à tout niveau de réalité. Même s'ils ne peuvent être que des artifices commodes, des astuces de modélisation, des outils pour ordonner une réalité, les présupposés idéologiques derrière ces concepts fonctionnent comme des attracteurs de la discussion. Ainsi, dans le cas du changement climatique, la métaphore de l'agent rationnel maximisateur rend impossible une solution qui supposerait un minimum d'empathie envers les générations futures et les perdants des arrangements négociés. L'inscription de la lutte contre les émissions de GES dans le cadre d'un grand marché mondial des quotas empêche toute avancée concrète, la discussion est piégée sur les conditions de mise en équivalence et d'allocation initiale.

L'attraction vers ces terrains idéologiques n'est pas une erreur d'interprétation des modèles commise par inadvertance : elle résulte de l'hypnose des concepts de la théorie Économique, de la réduction de toute rationalité à celle d'un agent maximisateur, de la croyance en la naturalité du marché comme mécanisme de régulation stable.

Pour comprendre ces incessants pièges dans lesquels s'engagent les discussions d'analyse économique, il est essentiel de revenir à leur cause profonde. Cette cause profonde est la naissance conjointe de la société moderne, fondée sur une régulation économique des rapports sociaux entre individus conçus à la manière de l'*homo œconomicus*, et de la théorie Économique. La congruence entre le projet politique des modernes et la théorie Économique explique la permanence de présupposés anthropologiques derrière les concepts économiques. Ce n'est qu'en prenant conscience de cette congruence qu'on peut parvenir à se détacher des présupposés anthropologiques sur lesquels est fondée la figure de l'*homo œconomicus* et que l'on peut espérer concevoir une solution au problème du changement climatique. L'analyse économique doit couper les ponts avec ses origines pour éviter de se retrouver prisonnière du contenu idéologique que charrient encore ses concepts. Ce n'est qu'à cette condition qu'on pourra faire progresser l'analyse économique sur les questions du changement climatique, et plus largement de la soutenabilité.

Ce chapitre cherche donc à rendre compte des transformations socio-économiques dont est issue l'Économie, à la fois comme discipline, comme champ autonome de pratiques et comme élément structurant de la réalité sociale. Il s'agit de montrer à quel point la théorie Économique est intrinsèquement liée à des présupposés anthropologiques et à une vision particulière des rapports sociaux. Nous donnerons d'abord quelques éclairages concernant la naissance historique de l'*homo œconomicus* et l'autonomisation de l'économie (7.1). Ces éléments seront ensuite reliés selon trois théories différentes, qui chacune éclaire des aspects de ce processus complexe de transformation totale de la société (7.2). L'Économie se révèle être alors bien plus qu'une discipline technique ou qu'une instance de la réalité sociale : l'Économie est une vision politique, un système de valeurs et d'idées qui charpente les sociétés modernes. Enfin, nous montrerons comment le contenu idéologique de l'Économie a orienté les choix méthodologiques et les évolutions de la théorie Économique (7.3). Nous offrirons ainsi une relecture des différentes périodes de l'histoire économique étudiées dans les chapitres précédents.

Ce processus de naissance et d'hégémonie de l'Économie, nous le nommons l'« assomption » de l'Économie. L'Économie, tout à la fois champ de pratiques, discours conceptuel et vision de la société, émerge de la chute de l'ordre féodal. Au départ guidée par les intentions humaines, elle s'autonomise et quitte progressivement le monde des hommes. Elle s'élève au zénith de la société occidentale et en devient la catégorie dominante. Elle est en définitive placée dans le ciel des idées, intouchable mais toujours active.

7.1 LA CONSTRUCTION PROGRESSIVE DES SOCIÉTÉS MODERNES

Nous avons mis en évidence deux concepts qui sont au cœur de la théorie Économique : l'*homo œconomicus* maximisant ses intérêts et l'autonomie stabilisatrice du marché. Ces deux concepts participent des fondements de la société moderne à côté d'autres bouleversements tels que la naissance de l'État moderne (Elias, 1976; Dumont, 1983c). Nous allons voir comment l'invention de l'*homo œconomicus* et l'autonomisation de l'économie sous la figure du marché contribuent au passage de la féodalité à la modernité. Nous rendons compte dans la section suivante (cf. 7.2) de la multiplicité des facettes de ce processus.

Notre chronique de la transformation s'attachera à quelques faits qui nous paraissent significatifs pour la naissance des sociétés modernes et de l'analyse économique. Ceux-ci datent des XVII^e et XVIII^e siècles, c'est-à-dire essentiellement avant la période étudiée par Karl Polanyi (1944) dans la *Grande Transformation*. Ces faits, de nature plutôt idéologiques ou philosophiques, préparent le terrain aux changements sociaux et économiques analysés par Polanyi. Nous mettrons donc davantage l'accent sur les origines intellectuelles de notre temps que sur ses origines politiques et économiques, même si ces trois composantes sont, bien sûr, interdépendantes.

7.1.1 *Le renversement de la moralité et l'homo oeconomicus*

Dans la théorie Économique, la figure de l'*homo œconomicus* représente l'agent économique par excellence. Pour comprendre la vision anthropologique fondamentale qui anime la théorie Économique, il faut retracer la genèse de l'*homo œconomicus*, qui s'inscrit en rupture avec des formes plus anciennes d'être moral. On peut prendre comme scène de la naissance de l'*homo œconomicus* le XVII^e français et son impact sur les visions de la morale.

Au début du XVII^e, la morale chevaleresque et l'héroïsme noble sont encore prégnants dans l'aristocratie et connaissent même un certain regain. Le noble cherche avant tout la gloire. Il ne l'atteint jamais mieux que lorsqu'il se livre tout entier à ses passions. Il doit suivre les impulsions de son moi, ce qui n'a rien de dégradant, mais au contraire fait sa grandeur. Au moment où l'appétit de triompher pourrait paraître monstrueux, l'affirmation du moi bascule en vertu car c'est le propre de l'héroïsme noble d'être magnanime et clément : *Noblesse oblige*. La poursuite de la gloire n'est rien d'autre que la vertu, ce qui suppose qu'elle est au service de quelque chose ou de quelqu'un d'autre (Bénichou, 1948).

Corneille donne à voir cette morale dans ses tragédies. L'exaltation des passions, les idéaux chevaleresques et courtois représentent la grandeur et font frémir d'extase le public. Cette morale noble s'inscrit dans le contexte sociologique de la féodalité. Mais la noblesse indépendante brille de ses derniers feux. La montée de l'absolutisme, la répression des grands par Richelieu puis l'échec de la Fronde, vont rendre obsolète cette morale héroïque. La concentration du pouvoir dans la main royale prive les grands des moyens de montrer leur gloire. L'impétuosité des grands féodaux cède la place à la conduite plus contrôlée des courtisans (Elias, 1974, chap. 5, p. 215-217 pour une illustration frappante).

Avec Louis XIV, le noble est en effet obligé de se faire courtisan s'il veut rester dans le monde. Il est sinon contraint de se retirer sur ses terres, désargenté, hors du tissu social de sa classe. Le roi tient entre ses mains le système de la cour, il l'utilise pour réduire les nobles en dépendance, pour les surveiller (on sait le traumatisme qu'a représenté la Fronde pour le futur Roi-soleil). Dans ce système, le courtisan est contraint de développer l'auto-contrôle de ses émotions et de ses pulsions ; il doit de plus en plus observer les conduites de ses congénères, anticiper leurs réactions et calculer les effets de ses propres actions (Elias, 1974, p. 98-114).

Les moralistes de la cour se mettent à représenter des hommes portés par leurs intérêts et non plus par la recherche de la gloire. La Rochefoucauld, ancien grand dorénavant à la Cour sous la surveillance de Louis XIV, en dresse un portrait très soigné dans ses *Maximes*. Il cherche à démystifier la gloire noble et voit derrière ces grands élans de générosité le vil travail des intrigues de cour, la poursuite basse des intérêts, l'instinct de jouissance et d'accaparement. À la fin du XVII^e, la morale noble de Corneille paraît obsolète et ses tragédies ne sont plus comprises au XVIII^e.

La conception de l'homme qui se fait jour à la cour de France n'est pas une conception plus erronée de la nature humaine que les précédentes. Par sa radicalité qui réduit toutes les motivations de l'homme à ses intérêts, elle exprime une tendance des transformations sociales à l'œuvre : la disparition des vertus au profit de l'intérêt. Comme Marx le disait ironiquement au sujet de Don Quichotte, l'époque ne s'accommode plus des valeurs chevaleresques, mais cela ne signifie pas qu'elles furent, à leur époque, des illusions.

Le courtisan, qui cultive le brillant, la conversation et la sociabilité par l'observation des autres n'est qu'une figure de transition. Il prépare le basculement des valeurs qui engendrera l'homme économique et la morale utilitariste. La genèse de la représentation économique de l'homme a été étudiée en détail par Christian Laval (2007). Nous contenterons de poser quelques jalons significatifs. Le processus est tortueux, il emprunte des voies parfois détournées. On peut ainsi noter entre la figure du courtisan et l'avènement de l'*homo œconomicus* une déviation singulière, qui pourrait bien être appelée à se reproduire : l'homme-machine.

Alors que Louis XIV faisait de l'étiquette un instrument de pouvoir pour diviser et maîtriser la noblesse, le rituel de la Cour se dégrade progressivement au XVIII^e en système froid et mécanique (Elias, 1974, p. 72-78). Les courtisans sont en passe de se transformer en véritables pantins, en machines qui réagissent à des stimuli extérieurs. Plus rien ne doit venir d'eux, leur comportement est dicté par des règles formelles, l'auto-contrôle est total. Cela explique la fascination de l'époque pour les pantins, les marionnettes ou les automates. La conception de la nature humaine se radicalise jusqu'à devenir celle de l'homme-machine : « L'image de l'homme-machine convient parfaitement à une société qui a cessé de croire à la possibilité de l'héroïsme, parce que ses membres sont "objectivement" ravalés au rang de *pantins*. » (Bourguinat, 1998, p. 139) Les petits-maîtres et les roués réagissent contre une telle dépossession de soi par l'invention langagière et la mystification par la parole. Ce persiflage s'interprète alors comme une tentative de regagner la maîtrise de son destin. Par le burlesque et la dévalorisation des vertus, on s'efforce de montrer que l'on a encore prise sur quelque chose.

L'homme-machine constitue sans doute le stade ultime d'une société dans laquelle les relations sociales sont régies par la mécanique des intérêts. L'Histoire ne poursuivra cependant pas cette voie : la société aristocratique et ses pantins disparaissent à la Révolution.

Revenons au passage du noble à l'*homo œconomicus* et pour cela, il faut nous replonger dans le XVII^e siècle. Dans la construction intellectuelle de l'*homo œconomicus*, le jansénisme joue un rôle particulier. Issu de la tradition augustinienne, qui insiste sur la déchéance absolue de l'homme depuis le péché originel, le jansénisme s'attaque au christianisme optimiste, en particulier celui des jésuites, qui se répand à cette époque pour contrer le rigorisme de la Réforme. Avec la grâce « suffisante » des jésuites, l'homme, qui garde en lui l'image du Paradis, peut accéder par gradation au salut. Ses œuvres n'y sont pas étrangères. Pour les jansénistes au contraire, l'homme est à jamais déchu, ses mérites n'ont aucune place devant la justice de Dieu. Seule la grâce divine, irrésistible et imprévisible, dite « efficace », peut assurer son salut. Cette opposition sur le plan théologique est redoublée sur le plan moral. Les jésuites tolèrent les nouvelles pratiques, l'épanouissement du luxe et les raffinements des arts. Le christianisme optimiste s'accorde bien avec la civilisation du Grand Siècle. Face à ceux qui s'accommodent des pompes du Monde, les jansénistes prônent au contraire une morale ascétique et rigoriste.

Il y a donc quelque chose de paradoxal à faire d'eux les initiateurs de l'*homo œconomicus*, qui va par la suite signifier le triomphe de l'esprit de lucre, de l'appétit de jouissance dûment canalisé par le calcul. En réalité, la grâce efficace joue le même rôle que la doctrine de la prédestination dans le calvinisme. Chez Calvin, la coupure radicale entre l'homme et Dieu se traduit par une éthique du travail qui devient le seul moyen de rendre gloire à Dieu et de se persuader de son élection. Par là, le calvinisme acquiert son extraordinaire puissance de transformation et de rationalisation du monde (Weber, 1920b). Rien de tel dans le jansénisme, qui porte le refus du monde jusqu'au nihilisme (Bénichou, 1948, p. 127-128). Mais la portée intellectuelle du jansénisme est considérable, il a profondément influencé les représentations de la nature humaine. Là où le christianisme optimiste établit des paliers entre l'homme et Dieu, c'est-à-dire, ouvre un chemin possible vers le Ciel, la doctrine de la grâce efficace postule que l'homme est radicalement séparé de Dieu. Le jansénisme rejette ainsi la sphère divine hors de la sphère des hommes. Tout comme le calvinisme, il prépare la voie à une vision purement laïque de la société humaine, complètement indépendante de la présence de Dieu : « Le jansénisme, en déblayant au sein des choses et de l'homme, pour la plus grande gloire de Dieu, tout ce qui peut lui faire concurrence, éloigne Dieu lui-même du monde et n'accorde de réalité, dans un univers aveugle, qu'à une humanité sans gloire et sans vertu. » (Bénichou, 1948, p. 109) Il annonce ainsi, en même temps qu'il condamne par anticipation, les tendances naturalistes du siècle suivant, visibles dans la recherche d'une théologie naturelle à la place de la théologie révélée. Mais c'est surtout son image de l'homme que retiendra la postérité. Dans un monde d'où Dieu est exclu, le jansénisme ne voit que les passions les plus basses de l'homme, qui étaient auparavant déconsidérées. Il en souligne l'importance, ou tout au moins il invite à les observer d'un œil neuf. Il prépare ainsi la voie à leur légitimation. Systématiquement combattu par la

monarchie absolue, le jansénisme ne pouvait que changer les représentations et non transformer le monde. C'est ailleurs que ce complexe d'idées allait trouver sa concrétisation et passer à la postérité.

7.1.2 *L'invention du marché comme totalité sociale*

Par contraste avec la France agricole et despotique, les Provinces Unies (les Pays-Bas actuels) voient naître au xvii^e siècle une nouvelle forme de société qui se conjugue avec l'expansion de la vie matérielle. La concordance est frappante entre un renouvellement des structures sociales, sur les plans religieux et politique, et l'apparition de nouveaux styles de consommation. Les conséquences socio-politiques de la Réforme se font pleinement sentir. Suite au mouvement de confessionnalisation, c'est-à-dire à la formation de communautés religieuses avec un dogme, un édifice et un style de vie propres, les hommes se concentrent sur la sphère domestique. Les nouvelles formes de consommation, dans le textile, les arts de la table (porcelaine), le mobilier, témoignent d'une recherche de confort. Les produits coloniaux créent un sentiment de nouveauté jusque dans l'alimentation. La société hollandaise revêt déjà beaucoup des traits de la modernité : la liberté de conscience religieuse, la présence de marchés développés et l'égalité de conditions. La consommation y devient ainsi un vecteur de sociabilité, un moyen de participer à la vie sociale (de Vries, 2008), en même temps, ajouterions-nous, qu'un instrument de distinction. D'où le rôle moteur de la mode dans la diffusion des nouveaux objets de consommation, rôle à la fois intégrateur et différenciant.

C'est sur ce terreau que Mandeville, élève de Pierre Bayle, applique l'observation déssillante des jansénistes. Il mêle psychologie continentale française et philosophie politique anglo-saxonne, celle de Hobbès et de Locke (Dumont, 1977, chap. 3). Dans la *Fable des Abeilles*, Mandeville donne une image nouvelle de la société au travers de la parabole d'une société d'abeilles. Des abeilles parées de tous les vices, tromperie, luxe et orgueil, vivent dans une ruche. La ruche pourtant est florissante. Lorsque les abeilles se décident à agir de manière morale, la ruche périclité et la misère survient. Le propos de Mandeville est multiple. Avec une conception ample des vices, il montre que les actions vicieuses sont à l'origine des bienfaits. La corruption est indispensable à la prospérité. La société n'est plus que le mécanisme qui harmonise les intérêts des hommes. La fin ultime des hommes n'est que le plaisir. Le scandale ressenti par les contemporains est immense et il faudra du temps pour qu'il soit digéré.

On ne sait quels enseignements Mandeville souhaitait que l'on retirât de sa fable. Est-elle une simple apologie du luxe ? une critique de la morale ascétique ? une dénonciation de l'hypocrisie de ses contemporains ? Tout n'est pas cohérent chez Mandeville. Dans le mouvement de l'histoire, la ligne de plus grande pente de ses idées s'affirme cependant clairement. La morale n'a aucun poids dans l'action des hommes. L'homme n'agit pas par vertu, mais par intérêt. Il est cupide et ne recherche que les richesses matérielles. Mais cette cupidité est bénéfique à la société. La morale est finalement superflue pour l'ordre social. Les intérêts des hommes s'harmonisent pour produire le bien commun. Tout ceci va dans le sens d'une plus grande tolérance vis-à-vis de la recherche du luxe et des biens

matériels. Le luxe devient même un ingrédient indispensable pour la survie de la société et sa prospérité.

À l'orée du siècle, Mandeville initie un débat qui va traverser tout le XVIII^e : le débat sur le rôle social du luxe. Ces discussions témoignent de l'ampleur des transformations sociales en cours. La France, par exemple, est agitée au milieu du XVIII^e siècle par la querelle des toiles peintes (Meyssonier, 1989). Ces étoffes colorées venues d'Inde, ou indiennes, connaissent un véritable engouement. Leur prohibition, que l'administration royale décrète en 1686 et qu'elle est incapable de faire respecter, est finalement levée en 1759. À rebours des lois somptuaires, le luxe est vu maintenant comme quelque chose de positif, générant de l'activité et révélant l'homme à lui-même. Jan de Vries (2008) tente d'expliquer ce changement en distinguant l'« ancien » et le « nouveau » luxe. Alors que l'ancien luxe serait aristocratique, réservé aux élites et marqueur du rang social, le nouveau luxe serait issu des couches urbaines, universalisable, marqueur d'une communauté culturelle, créateur de lien. « While the Old Luxury could be viewed as a drain on the economy and a threat to the economic well-being of those who indulged in it, the New Luxury paired with what David Hume called a "refinement in the gratification of the senses" with incentives to the expansion of commerce. » (de Vries, 2008, p. 45)

Il semble qu'il y ait comme une différence de nature entre l'ancien et le nouveau luxe : l'ancien serait un poids sur l'économie, parce qu'il stériliserait dans des consommations somptuaires des ressources qui auraient pu servir à développer la production ; le nouveau luxe, lui, mettrait en mouvement le commerce. En réalité, l'économie est un vaste système de dépenses (Bataille, 1959), et, de ce point de vue, il n'y a pas de différence fondamentale entre l'ancien et le nouveau luxe.

Comment expliquer alors que le luxe aille maintenant de pair avec le développement de la moralité et de l'économie ? Comme le dit Jan de Vries (2008, p. 45) : « Luxury consumption and economic development could now be paired rather than set against each other. Thus, within two or three generations beginning in the late seventeenth century, luxury was transformed, first in material reality and then in theory, as its new forms came to be understood as the very foundation of virtue rather than as virtue's mortal enemy. »

La raison de cette évolution du statut du luxe est double. D'une part, les rapports de production peuvent répondre à la nouvelle demande de luxe. Le luxe n'est donc plus une menace sociale directe, il devient même au contraire bénéfique puisqu'il fournit du travail aux pauvres. Cela témoigne d'une transformation des structures productives. On passe d'une économie stagnante, où les ressources consacrées au luxe diminuaient celles consacrées aux besoins fondamentaux, où le luxe des uns était la pauvreté des autres, à une économie qui contient des capacités d'expansion. Le luxe dans cette structure productive nouvelle devient positif, car il déclenche une cascade de prestations économiques.

D'autre part, le luxe n'a pas changé de forme, c'est le regard de la société sur lui qui a changé. Quand Mandeville fait de la recherche du luxe un vice, il s'inscrit dans la tradition austère et ascétique. Mais ses contemporains, et peut-être Mandeville lui-même, ressentaient de plus en plus une telle condamnation comme outrancière. Le luxe et le commerce n'étaient plus les ennemis de la vertu,

non pas parce qu'ils avaient changé de nature, mais parce que la définition même de la vertu avait changé. Ce travail de redéfinition des passions sociales acceptables s'opère tout au long des XVII^e et XVIII^e siècles. La vertu antique est progressivement vue comme fautive de troubles, dans son intransigeance à l'égard des tendres désirs de consommation. Les mœurs que l'on considérait comme dissolues sont dorénavant perçues comme « policées ».

Les réactions aux *Discours sur les sciences et les arts* de Rousseau sont un indicateur sûr de cette évolution. Bertrand de Jouvenel (1961, p. 126) résume ainsi ce moment majeur : « les contemporains ne se sont pas trompés sur ce qui constituait le cœur de la thèse, à savoir que le développement successif des besoins est un mal. Or, en contradiction avec le gros de la littérature, chrétienne et classique, l'opinion, à l'époque de Rousseau, était déjà profondément convaincue que le développement successif des besoins est un bien. À ses très nombreux contradicteurs, Rousseau a répondu en substance : "Mais j'ai seulement dit ce qu'avaient dit tous les classiques." Et les répliques peuvent se résumer ainsi : "Il se peut, mais à présent nous pensons le contraire". »

Aux XVII^e et XVIII^e siècles, s'opère donc une mutation profonde de la moralité et des règles du comportement en société, qui rompt avec une tradition multi-séculaire. Les penseurs de l'époque revendiquent cette rupture et tentent de la justifier. Ils s'efforcent de montrer comment la société nouvelle peut tenir et fonctionner à partir des nouvelles caractéristiques morales. Ils cherchent à fonder la moralité propre aux sociétés marchandes et à contester les vertus antiques d'autonomie, de modération et de frugalité, réactivées par le républicanisme néo-romain. Ces discours ont été étudiés pour l'espace anglo-saxon, ou plus précisément atlantiste, par Pocock, et pour la France par Jean-Fabien Spitz (2000), entre autres. Ce qui s'invente, ce sont les cadres cognitifs pour penser et justifier les formes de société qui sont en germe à cette époque, que l'on peut appeler sociétés libérales, marchandes ou de marché.

Les penseurs de l'époque ne considèrent généralement plus que la recherche des satisfactions personnelles soit un vice. Le XVIII^e siècle baigne dans une morale optimiste qui accepte puis valorise la recherche du luxe et de l'apparat. La pratique du commerce, entendu dans un sens très large comme rapport social (Rosanvallon, 1979, p. 61-63), a ses vertus propres : il oblige à se soucier d'autrui, à devancer ses désirs et affermir son agrément pour obtenir en échange ses services. Les vertus commerciales, la poursuite de ce qu'on commence à appeler l'intérêt, tempèrent d'autres passions, plus impulsives ou plus féroces, comme la recherche de la gloire. Hirschman (1977) montre qu'au départ, dans la pensée des auteurs, les passions jouent les unes contre les autres. Dans ce complexe de passions que la pensée politique cherche à faire jouer dans un sens favorable à l'ordre social, l'intérêt n'est qu'une passion parmi d'autres, mais une passion plus prévisible, plus stable. Cette configuration cède progressivement la place à une autre où seul l'intérêt joue un rôle régulateur, et les autres passions sont marginalisées.

Il faut prendre garde de ne pas comprendre nos propos comme se référant à des mécanismes, naturels ou automatiques, de régulation des rapports sociaux. Certes, ces tendances ne sont pas absentes à l'époque, travaillée par une vaste réinterprétation naturaliste du monde. Il ne faut cependant pas perdre de vue

que la Providence divine continue d'orienter, en toile de fond, les destinées. Les actions des hommes sont des causes secondaires dans la réalisation de l'ordre du monde, cause finale voulue par Dieu. C'est dire que la sociabilité des sociétés marchandes est encore imprégnée de pensée religieuse. Cette tendance providentialiste est particulièrement marquée en Angleterre, où presque tous les intellectuels approuvent l'ordre existant, au contraire de la France (Viner, 1972). Au fond, la société marchande tient parce que les actions humaines s'inscrivent dans le cadre tracé par la Providence. En définitive, c'est Dieu, déjà en retrait mais encore présent, qui assure la cohésion de la société.

La pensée économico-politico-sociale moderne va se consolider grâce à l'effacement des passions au profit de l'« intérêt » et grâce à la découverte d'un mécanisme d'auto-régulation du social.

Hirschman fait de Smith un jalon important de la réduction des passions à l'intérêt. Si le mouvement d'ensemble ne peut être nié, et détermine tout le futur de l'économie politique, le rôle de Smith dans cette transformation est controversé. Jean-Pierre Dupuy (1987) a montré que Smith, loin d'opposer bienveillance et intérêt, les rassemble en fait grâce à l'opérateur de sympathie, qui est la capacité de se mettre à la place de l'autre. Bienveillance et intérêt ne sont alors que deux modalités de l'opérateur de sympathie. Reste que dans la suite, la construction de Smith, peut-être à cause de sa complexité et donc de son indétermination, va être de plus en plus entendue comme donnant la primauté à l'intérêt. En subsumant la bienveillance et l'intérêt sous un même concept, le sens historique de Smith est pourtant, mystérieusement, l'effacement de l'une au profit de l'autre ; c'est le moment où, plus précisément, l'intérêt absorbe la bienveillance, plutôt qu'il ne la subjugue. Voici la transformation qui s'opère *in fine* au niveau de la représentation anthropologique.

Concernant le principe qui fait tenir le social, l'analyse d'Hirschman a été amenée pour accentuer le caractère central de l'économie. Pour Hirschman, le mouvement premier au cours du XVIII^e siècle est celui d'une compensation entre deux principes : l'intérêt modère les passions, l'économie limite le politique. Dans un second temps, l'économie cesse d'être périphérique et prend le dessus. Le rôle de l'économie est cependant encore plus déterminant que cela. C'est ce qu'explique Pierre Rosanvallon (1979, p. 60) : « Le problème central dans la naissance et l'affirmation de l'idéologie économique ne réside pas dans un mécanisme d'équilibrage des passions, dans un jeu des passions économiques (les intérêts) contre les passions politiques. Il est plus profondément celui de l'accession (et non de la réduction) de la société toute entière à l'économie comme *seul espace* possible de réalisation de l'harmonie sociale. Le tournant décisif réside dans la compréhension économique de la politique et de toute la vie sociale. » Autrement dit, l'idéologie économique, avec son paradigme de lien social comme échange intéressé, n'est pas un élément subalterne qui tempère les passions politiques, puis subvertit et conquiert l'ensemble du social. Elle est dès le départ au cœur de la reconfiguration moderne des catégories politiques.

En effet, au XVIII^e siècle, la pensée politique moderne s'efforce de comprendre comment une société s'institue sans faire appel à un principe divin ou une transcendance. La société doit être construite en théorie sur une base purement naturaliste. Les théories du contrat social qui sont proposées et discutées à l'époque

butent sur plusieurs problèmes. Le contrat dans l'état de nature, s'il fournit un principe d'institution de la société, ne permet pas de proposer également une théorie de son fonctionnement. Le génie de l'économie politique est, selon Rosanvallon, de proposer une théorie unifiée de l'institution et de la régulation du social. Elle est la solution aux apories des théories du contrat social. Le marché devient un principe d'organisation de l'ensemble de la société. Loin d'être cantonnées dans un domaine d'activité séparé, les vertus commerçantes s'étendent à l'ensemble des relations sociales. Les relations entre les individus jouent les uns contre les autres et s'équilibrent, produisant un ordre social bénéfique. Toute la force de la pensée d'Adam Smith réside dans cette formidable généralisation des catégories économiques à l'ensemble de la vie sociale. La société moderne sera donc non une société politique mais fondamentalement une société de marché. L'auto-régulation du social s'effectuera par les seules relations, librement consenties, des individus à travers le marché.

Avec la consolidation de la pensée politique moderne, l'économie est installée au cœur des rapports constitutifs de la société. Elle en est le principe unificateur. Des individus poursuivant leur propre intérêt fondent un ordre social, grâce aux relations de marché. La société n'est plus que la somme des individus reliés par des échanges. C'est ce que Rosanvallon a appelé le libéralisme utopique. Cette utopie auto-régulatrice de la société moderne fonde toute l'idéologie économique.

La réorganisation de la société autour de l'économie affecte d'abord le champ intellectuel. En germe dans les représentations antérieures de la société moderne, la représentation économique du social devient, par sa cohérence, un idéal. La pensée socio-politique moderne a trouvé là sa pierre de touche ; elle ne cessera, par la suite, d'en explorer les multiples modalités. La transformation de la vie économique ne s'opère toutefois pas instantanément : les effets se déploient dans le temps long au cours du XIX^e siècle¹.

Au XVIII^e siècle, l'économie s'élève au statut de catégorie dominante de la représentation du social. Par voie de conséquence, des efforts sont entrepris pour faire correspondre la structure sociale à ce modèle idéal. On commence par délimiter alors une sphère particulière, la sphère économique *stricto sensu*, dans laquelle règnent les rapports de marché. Cette sphère concrétise localement le modèle idéal. Mais la constitution propre des sociétés modernes demande que cette sphère limitée s'étende constamment, de manière à ce que la société se conforme à cet idéal. L'extension de l'économie est naturelle et légitimée *a priori* dans la société moderne. Les possibilités infinies de colonisation du social par l'économie, assimilée ici aux rapports de marché, sont en germe dès le début de l'histoire moderne. L'idéal régulateur reste jusqu'à présent celui de la société de

1. La naissance de l'économie, avec la conjonction de l'*homo œconomicus* et du système de marché, bouleverse tous les domaines de la réalité. Comme le note Jean-Baptiste Fressoz (2012, p. 293), « l'homme économique exigeait en retour un monde taillé à sa mesure, repensé, reconstruit et redéfini pour que puisse s'exercer librement la recherche de la plus grande utilité. Au début du XIX^e siècle, les sciences et les techniques ajustèrent les ontologies et les objets dans le but d'instaurer un "monde économique". » J.-B. Fressoz a étudié à partir de sources juridiques comment s'est opérée la redéfinition des ontologies des objets techniques au cours du XIX^e siècle.

marché, transparente et fluide. Cet avatar se retrouve chez nombre de penseurs radicaux et au premier rang desquels Karl Marx (Rosanvallon, 1979, p. 143-228).

L'utopie du système de marchés auto-régulateur trouvera son expression pleine et entière à la fin du XIX^e siècle avec le système de l'étalon-or, qui entraîne ce phénomène parfois appelé première mondialisation. Dans *La Grande Transformation*, Polanyi (1944) a montré la mise en tension de la société provoquée par cette utopie quasi-réalisée. Malgré les défenses érigées par les mouvements sociaux contre les mécanismes de marché prétendument auto-régulateurs, les sociétés modernes s'effondrent presque au moment de la grande dépression. Une première réaction conduit aux fascismes. De la deuxième naît l'État providence de l'après-guerre. Les systèmes d'économie mixte, où l'État encadre et stabilise l'activité économique, remplacent la « mentalité obsolète de marché » (Polanyi, 1947b). C'est l'ère de ce que l'école de la régulation appelle le fordisme. Cette période relativement stable et prospère n'a cependant qu'un temps. À la suite d'une défaillance des régulations mises en place (cf. une discussion plus approfondie en 3.4.3), s'enclenche un mouvement de dérégulation qui consacre, à bien des égards, le retour au libéralisme utopique. Ce mouvement néo-libéral réactive les potentialités des sociétés modernes et les pousse à nouveau vers l'utopie de la société de marché.

7.1.3 *Le devenir économique*

Il faut bien prendre conscience de l'alliage tératologique qui émerge au XVIII^e siècle. Il combine un pessimisme moral sur la nature humaine et un optimisme structurel sur l'auto-régulation du marché. Lorsque la société moderne se détache de la pensée religieuse comme cadre organisateur, l'idéologie économique se stabilise sous la forme de l'utilitarisme, qui constitue jusqu'à nos jours sa véritable charpente morale. Dans l'utilitarisme, cet alliage s'exprime sous une forme particulièrement nette.

En ce qui concerne la régulation du social, l'alliage préserve le cadre providentialiste, celui du christianisme optimiste ou de la théologie naturelle. Les activités des hommes concourent toujours au bien commun, entendu de manière utilitariste. La théologie du droit naturel, dont Myrdal (1930) a montré la postérité dans les analyses de l'économie du bien-être, est toujours présente de façon sous-jacente.

Le retournement par rapport au cadre providentialiste s'opère au niveau des prémisses anthropologiques. Le christianisme optimiste concevait l'homme comme pouvant accéder par ses œuvres à Dieu. La condition humaine pouvait s'élever progressivement à la grâce divine. De même, dans les versions naturalistes du providentialisme, par exemple chez Shaftesbury et Hutcheson, la bienveillance est une part intégrante de l'homme. Elle oriente ses actions naturellement vers le beau et la vertu. L'homme est ainsi en continuité avec l'ordre naturel. C'est précisément cette continuité qui est brisée par le système achevé de l'économie politique. Si le cadre de régulation reste l'ordre naturel providentialiste, l'élément de base n'en est plus l'homme bienveillant mais l'homme égoïste, poursuivant inlassablement ses intérêts. En restant dans le système providentialiste, le mouvement d'émergence retracé ici substitue à l'homme imparfait mais tendu vers le divin l'homme déchu du jansénisme. L'ordre providentialiste demeure

mais l'homme au centre du système est fondamentalement étranger à l'ordre naturel. De là vient la profonde étrangeté de l'économie politique : par la grâce des marchés, elle opère la transubstantiation des intérêts égoïstes en bien commun.

Dans la veine du pessimisme janséniste qui refuse toute grandeur au héros, l'utilitarisme refuse toute confiance dans l'homme, qui n'est plus qu'une machine à calculer poursuivant ses intérêts. En revanche, l'ordre social est toujours parfait grâce au mécanisme du marché, qui harmonise les intérêts de chacun. La confiance déniée à l'homme est reportée toute entière sur les mécanismes du marché pour assurer l'ordre social. Du point de vue de l'économie politique, les mécanismes économiques opèrent une transmutation de la nature humaine, commuant les vices privés en bénéfices publics. C'est sur ce dualisme que continuent de vivre l'idéologie économique et la théorie Économique. L'homme se réduit à un centre de calculs égoïstes et la Providence est sublimée dans la perfection des marchés.

Au XVIII^e siècle, le pessimisme moral est nettement visible dans la philosophie politique, que l'on ne peut encore séparer de l'économie politique. Il oriente toute la recherche des philosophes. Sous prétexte de voir les hommes de manière réaliste, comme Machiavel l'avait enseigné, les théories politiques cherchent à bâtir un ordre politique qui ne fasse appel qu'à la part intéressée des hommes. On a ainsi cherché à faire des constitutions politiques qui ne dépendaient plus des ressources morales des hommes, mais uniquement de leur volonté de survie ou de leur intérêt. Pour Mandeville, la meilleure forme de constitution est celle qui « demeurerait inébranlable même s'il était avéré que la plupart des hommes sont des coquins ». Pour Hume dans *L'Indépendance du Parlement* (1741), « il faut prendre tous les hommes pour des fripons » et « il faut rendre leur avarice insatiable, leur ambition démesurée et tous leurs vices profitables au bien public. » (in Rosanvallon (1979, p. 35)). Kant lui-même tente de construire une constitution pour un « peuple de démons », pourvu qu'ils soient « doués d'intelligence » (Kant, 1795, p. 44-45), c'est-à-dire de rationalité calculatrice. La pensée libérale, politique et économique, s'est bâtie autour d'une anthropologie négative, cherchant à construire à partir du mal présent dans l'homme.

On rétorquera qu'il s'agit là de problèmes du passé, que la science économique d'aujourd'hui est amoral et n'a que faire de ces considérations. En réalité, cette anthropologie sous-tend toujours les raisonnements des économistes. Implicitement, ceux-ci présupposent la nécessité de se reposer avant tout sur l'intérêt et le marché pour résoudre les problèmes. L'intérêt est un mécanisme robuste de régulation, qui ne tombe jamais en panne. De là la volonté des économistes d'enrôler l'intérêt pour le bien commun par le biais de mécanismes incitatifs. Un fameux article de Dennis Robertson (1956) explicite ces présupposés. À la question : « qu'est-ce que l'économiste économise ? », Robertson répond : « l'amour, cette ressource rare ». Grâce aux mécanismes de marché, l'économiste « épargne » l'altruisme et la bienveillance. La société peut alors les mobiliser là où ils sont vraiment utiles, c'est-à-dire, finalement là où on ne peut leur substituer un mécanisme de marché. Il ne s'agit pas là d'une remarque isolée. Sandel (2012, p. 125-130), dans un ouvrage sur les limites morales du marché, donne des exemples quasi-identiques chez Kenneth Arrow et Lawrence Summers. Sur une période de cinquante ans, de Robertson à Summers, l'argumentaire n'a donc

pas changé. Cette persistance révèle une tendance de fond qui accompagne en pratique la théorie économique, bien qu'elle pourrait en toute rigueur en être dissociée. C'est là un élément de l'idéologie économique qui perdure depuis l'assomption de l'économie jusqu'à nos jours. On voit par là la pertinence de notre concept d'économie.

L'erreur de raisonnement semble tellement évidente pour qui n'est pas économiste que l'on peine à comprendre comment l'on peut se fourvoyer à ce point. L'amour, ou la bienveillance, n'est pas une ressource rare dont il faudrait minimiser l'utilisation. C'est une capacité qui se perd quand on ne l'exerce pas (Hirschman, 1986b). On voit ici les extrémités où conduit cette anthropologie négative. Pour nous, au contraire, l'anthropologie humaine est fondamentalement indéterminée. L'homme est capable de bonté comme de méchanceté, il peut être intéressé comme il peut être désintéressé. Il donne comme il calcule, il suit ses intérêts comme il témoigne de la bienveillance.

Cette anthropologie de la potentialité change la perspective. À rebours de la philosophie politique libérale, il ne s'agit plus d'imaginer un système qui supporte une infinie méchanceté, mais un système qui sache donner sa place à toutes les capacités humaines, et en particulier celles de bienveillance, de confiance ou d'honnêteté (Pettit, 1999, p. 286-308). Ces dernières sont des ressources précieuses qui disparaîtront si elles ne sont pas mobilisées et reconnues. Dans cette optique, le système dans lequel sont englobées les actions des humains apparaît déterminant. Telle ou telle organisation sociale favorisera l'intérêt par rapport au désintéressement. Il ne s'agit pas de voir des êtres conformes à la morale dans toutes leurs actions, mais de reconnaître la possibilité d'actions désintéressées. C'est une position réaliste, en accord avec les vues de Machiavel.

Toutefois, la question anthropologique n'est pas qu'une simple question de point de vue. La prise de position anthropologique se traduit par une certaine façon de gouverner et d'agencer les rapports sociaux. En privilégiant tel mode de rapport plutôt que tel autre, elle en vient à rendre vrai ce qui n'était au départ que postulé. Comme l'explique Polanyi (1977, p. 45) : « Imaginons par exemple qu'on isole une motivation quelconque, et qu'on organise la production de telle façon qu'on fasse de cette motivation l'incitation de l'individu à *produire* ; on aura alors engendré l'image d'un homme entièrement soumis à cette motivation. » Les structures sociales sont réagencées conformément à une certaine image de l'homme. En particulier, elles sont conçues pour être mises en mouvement par une motivation spécifique. Une observation ultérieure de ces structures et du type d'homme qu'elles produisent pourra conclure à la présence dominante de la motivation que la position anthropologique avait singularisée.

L'économie commet donc une faute évidente en faisant l'homme un être économique. Mais on ne peut nier que, dans un système de marchés, il y ait une certaine vérité de cette représentation. En effet, l'homme plongé dans un système de marchés, *a fortiori* dans une société de marché, finit bien par devenir *homo œconomicus*. On aurait donc tort de voir dans l'anthropologie libérale une simple erreur cognitive. Les idées philosophiques, inscrites dans des dispositifs, finissent en effet par modeler la réalité. L'instauration d'un marché universel, à l'exclusion de tout autre mode d'allocation des ressources ou de régulation des

relations sociales, tend donc à faire advenir le modèle anthropologique sur lequel il s'appuie.

Un fait peu remarqué nous paraît à ce titre révélateur de ces transformations. Nous avons vu au chapitre précédent les analystes de l'*homo œconomicus* s'appuyer sur l'introspection. À la fin du XIX^e et au début du XX^e, l'*homo œconomicus* paraît naturel à Jevons ou Knight. Ce n'était pas le cas au XVII^e, au moment de la dissolution de la morale héroïque noble. Contrairement à une idée répandue, La Rochefoucauld ou Pascal ne s'appuient pas sur une analyse introspective pour démasquer les intérêts du moi dans la recherche de la gloire. Au contraire, ils se méfient du sentiment intérieur. Là où le moi se sent attiré par les vertus glorieuses ou appelé par Dieu dans l'oraison, ils ne voient qu'un aveuglement sur les véritables mouvements de l'instinct qui sont accaparement, recherche de la jouissance. Le calcul de l'amour-propre est donc inconscient, les artifices de la raison masquent au moi ses propres turpitudes (Bénichou, 1948, p. 105). La Rochefoucauld ou Pascal procèdent ainsi parce que la représentation communément partagée et vécue de l'homme à l'époque n'est pas celle de l'homme guidé par ses intérêts. Le public aristocratique se sent, dans son for intérieur, poussé vers les vertus les plus nobles. Le modèle du héros glorieux apporte encore comme une évidence, qui s'estompera peu à peu.

L'introspection ne révèle donc l'*homo œconomicus* dans son évidence « naturelle » qu'à partir du moment où l'évolution des structures économiques et sociales a fait de l'homme un être économique. La vague de dérégulation et de libéralisation que connaissent les sociétés modernes depuis les années 1980 représente ainsi un approfondissement supplémentaire vers l'*homo œconomicus* parfait.

7.2 TROIS PERSPECTIVES SUR LA NAISSANCE DES SOCIÉTÉS MODERNES

Le processus de transition que nous avons cherché à décrire touche tous les champs de la vie sociale. C'est dans ce passage d'une forme de société à une autre que naît l'économie, comme pratique et comme théorie. Elle réorganise les rapports sociaux autour du marché. Nous nous sommes particulièrement concentrés sur la naissance de l'*homo œconomicus*, sur l'idée de marché comme nouvel espace social et sur l'articulation entre ces deux phénomènes. Sur ces thèmes, on pourrait en dire beaucoup plus, raffiner et préciser, prolonger l'histoire. Nous préférons exposer ici trois mises en perspective, qui chacune permettent de nuancer et de compléter le récit précédent. Nous étudierons spécifiquement les thèses de Norbert Elias, de Louis Dumont et de René Girard (dont les textes seront appréhendés au moyen de l'analyse qu'en a faite Jean-Pierre Dupuy). Il faut se garder de voir dans ces perspectives des récits contradictoires. Il s'agit plutôt de récits qui, mettant l'accent sur certaines transitions, révèlent en filigrane des caractéristiques importantes des sociétés modernes.

7.2.1 L'allongement des chaînes d'interdépendance

Norbert Elias (1973, 1976) a bâti une grande fresque sur le processus de civilisation, dont la transition étudiée ci-dessus est une des étapes. Pour Elias, les trans-

formations sociales sont liées à l'allongement des chaînes d'interdépendance et à la multiplication des échanges. L'allongement des chaînes d'interdépendance renforce et uniformise l'auto-contrainte, c'est-à-dire le contrôle de soi devant les autres. Ainsi, dans l'ordre féodal, le chevalier n'a que faire de ses serviteurs. Tout se passe comme si leurs faits et gestes ne le concernaient pas. Lui-même ne se gêne pas devant eux, notamment dans l'expression des fonctions corporelles. Plus tard, les mêmes actions entreprises devant des serviteurs sont ressenties comme pénibles. Le sentiment de gêne viendrait d'une interdépendance plus forte entre les individus. La séparation entre des personnes qui se pensaient auparavant dissemblables s'estompe lorsqu'elles entrent en relation suivie et dépendent les unes des autres. Le mouvement est donc celui d'un développement de l'auto-contrainte, car tous les hommes deviennent des pairs.

La multiplication des relations et des échanges demande aussi une coordination accrue. Cela exige une rationalité plus forte, une plus grande prévisibilité, comme nous l'avons vu en discutant les dispositifs de mesure du temps (cf. 6.2). Cela va dans le même sens que le renforcement et l'extension de l'auto-contrainte.

L'existence d'un réseau de relations plus étendu et plus dense a également d'autres conséquences. Elle rend possible une spécialisation et une différenciation fonctionnelle qui est la réalité matérielle derrière la conscience de soi et le sentiment d'individuation. Placé au cœur de réseaux plus longs et plus complexes, chacun en vient à avoir une place originale dans la configuration sociale, à nulle autre pareille. De là le fait de se penser comme un individu unique, absolument différent des autres. La multiplication des possibilités de différenciation fonctionnelle pousse donc à l'individualisation. Le sentiment d'individuation n'est pas le même dans une société où les réseaux sont redondants. Mais dans le même temps, la densification des échanges hors de l'individu donne un corps et une consistance à la société. La société apparaît donc séparée de l'existence des individus. L'individu peut alors penser la société comme étant radicalement coupée de lui, c'est le sentiment de distanciation. Là encore, dans une société où les réseaux de relations passent davantage par l'individu, le sentiment d'être séparé de la société est moins fort.

Il ne faut pas chercher ici une causalité à sens unique. Il s'agit au contraire d'un processus qui s'auto-alimente. Une plus grande prévisibilité des comportements facilite les échanges, en même temps que des échanges plus assidus conduisent à faire des investissements de forme (6.3.3) pour une meilleure coordination des échanges.

Les recherches de Norbert Elias mettent l'accent sur les conditions de possibilité de la rationalité, de l'esprit de calcul et de prévision, mais également de l'émancipation de l'économie. Ces conditions sont des conditions sociales et politiques. Au début du processus de socio-genèse de l'État (Elias, 1976) se trouvent des seigneuries féodales reliées par un réseau d'allégeances, mais en pratique autonomes. Ces entités sont à la fois politiques et économiques. Entre elles règne la libre compétition par la force. Un seigneur puissant peut acquérir le monopole de la force sur un territoire plus grand en agrégeant sous son contrôle différentes entités. Mais il est en compétition avec d'autres seigneurs adjacents. Ses vassaux peuvent également contester son pouvoir. On a donc un processus de consolidation et de fragmentation des entités politiques qui dure une bonne partie

du Moyen Âge. On assiste cependant à une consolidation progressive en même temps qu'à l'intensification des échanges. Avec le développement des relations et des échanges, les parties deviennent interdépendantes. Cela contrecarre les tendances à la fragmentation. La cohésion du territoire dépend donc moins de la puissance idiosyncrasique d'un dirigeant et davantage des relations entre les entités qui composent ce territoire. Là encore le processus s'auto-alimente. Le monopole de la force sur un territoire facilite le développement de relations plus étendues. Dans le même temps, des échanges plus intenses renforcent la cohérence et l'unité du territoire.

À l'issue de ce processus, on trouve un État qui a le monopole de la force légitime. Si la compétition libre par la force a donné naissance à un monopole « privé » de la force, celui-ci se socialise progressivement et devient public : il n'est plus l'apanage d'un individu mais d'une société. C'est la naissance de l'État moderne. La compétition entre individus passe dorénavant par une concurrence réglée par l'État. On assiste alors à une séparation entre les domaines politique et économique : des relations indifféremment politiques et économiques se dissocient en deux types de relations aux caractéristiques distinctes, appelées politiques et économiques.

L'histoire du processus de civilisation met au jour la construction historique de réalités telles que le politique, l'économie, l'individu. Ce point de vue peut aider à aplanir le dualisme entre individu et société, entre individualisme méthodologique et holisme méthodologique, ou dans l'analyse économique, entre les niveaux micro et macro.

Prenons *La société des individus* de Norbert Elias (1991). Cet ouvrage s'efforce d'élucider les liens entre les individus et la société. Les philosophes ou penseurs font l'erreur de considérer l'individu comme déjà formé ; les sciences sociales considèrent toujours un individu adulte (et masculin, ajouterait une critique féministe), en pleine possession de ses moyens, de sa raison. Seulement dans ces conditions factices, la relation entre société et individu devient un mystère. Mais si l'on considère comment un enfant devient un individu adulte, alors on est obligé de se rendre compte que la question de la relation entre société et individu est mal posée. L'enfant pendant qu'il grandit reçoit énormément des adultes qui l'entourent. Il apprend en les voyant et en interagissant avec eux à se comporter d'une certaine façon, à parler, à raisonner. Adulte, c'est au contact d'autres hommes, soit directement soit par l'intermédiaire d'artefacts matériels, qu'il évoluera. C'est dans l'intersubjectivité que se construit l'individu. L'individu est un être social. D'une certaine façon, pour parler le langage de la théorie de l'évolution, l'ontogenèse récapitule la phylogenèse : le processus de développement de l'enfant reproduit le processus d'évolution de la société. D'un autre côté, la société n'est rien d'autre que des relations entre individus. Elle est composée d'individus qui interagissent. Individus et société sont donc imbriqués, ils sont co-déterminés. Dans le langage des institutionnalistes, il y a une boucle entre les structures et les acteurs (Hodgson, 1998)

Il n'y a donc pas de primauté ontologique du micro ou du macro, de l'individu ou de la société. Elias demande que l'on abandonne ces notions pour leur préférer celle de configuration. Avant les individus ou la société, il n'y a que des réseaux de relations entre des personnes. On a vu dans les raisonnements précédents

l'importance des chaînes d'interdépendance, l'importance de leur longueur, de leur forme, de leur densité. Elias pense ainsi l'individu comme un point d'un réseau de relations. Les points du réseau (les individus) ne sont pas intéressants en eux-mêmes, ce qui compte est l'agencement des relations, les configurations.

Le débat des méthodes entre holisme et individualisme est par conséquent mal posé. Il résulte de la construction abstraite de deux catégories, sans référence aux processus sociaux. On pourrait dire qu'il y a une réduction arithmomorphique de la configuration sociale à l'individu ou à la société. Le holisme et l'individualisme sont alors deux déterminations possibles, toutes deux recevables, mais qui résulte de la purification arithmomorphique d'un réseau de relations. Il n'y a pas une méthode supérieure à l'autre, une plus scientifique que l'autre. Ce sont deux découpages, également légitimes, mais également réducteurs, de la réalité. C'est un peu comme l'insoluble problème de l'œuf et de la poule. On peut considérer que la poule pond l'œuf, ou que l'œuf engendre la poule. Mais ce sont là deux points de vue également partiels. On fait un pas supplémentaire lorsque l'on considère que l'œuf et la poule sont deux des modalités d'existence de l'espèce Poule. Et l'on comprend ces deux modalités quand on retrace la différenciation progressive d'un amas de cellules en œuf et en poule. Si l'on adopte un point de vue génétique, le conflit apparent initial est résolu.

Du point de vue de la méthode, le phénomène général mis en évidence ici est celui de genèse par différenciation. Deux catégories qui paraissent s'opposer sont historiquement issues d'un processus de différenciation progressive (cf. 1.1.4 pour une analogie biologique). Ce que l'on perçoit, d'un point de vue synchronique, comme des réalités distinctes mais néanmoins enchevêtrées, est issu, d'un point de vue diachronique, de la différenciation d'une réalité amalgamée. Le point de vue de la genèse historique aide à comprendre les inter-relations observées dans le présent. Au lieu d'avoir une vision de contraires qui s'opposent, le modèle génétique rend compte de l'irruption des contraires de manière parallèle et simultanée, à partir d'une origine commune. On trouve également chez Georg Simmel (1900, 1.III) cette idée d'opposition par différenciation. Le statisme du point de vue synchronique conduit souvent à une opposition stérile des concepts ou à la recherche d'une détermination moniste des concepts. La vision génétique apporte une conscience de l'émergence des catégories par différenciation progressive à partir d'un magma informe, elle permet d'échapper à l'arithmomorphisme. L'avantage du modèle génétique est de ne pas réifier les catégories d'analyse car le processus de différenciation résulte d'un travail social particulier que l'on peut retracer grâce à la recherche historique. Cela va dans le sens de la méthodologie d'Elias qui abandonne la philosophie de la connaissance pour lui substituer une sociologie de la connaissance. Là où la philosophie pose des concepts et cherche des relations nécessaires, la sociologie montre la formulation progressive des concepts et surtout comment les conditions sociales la rendent possible.

Le point de vue génétique résout bon nombre des dualismes que la société moderne se plaît à opposer : nature contre culture, individu contre société, économie contre politique, intérêt contre bienveillance. Ces oppositions résultent de la différenciation progressive d'un fond commun, qui finit par éclater. La dissociation du tout en éléments étrangers est une tendance générale de l'époque moderne,

comme l'ont signalé de nombreux observateurs (Dumont, 1983b, p. 226, Manent, 2004, chap. 1 : l'organisation des séparations). Là où les sociétés traditionnelles maintenaient tout lié, les sociétés modernes ont tendance à séparer, à compartimenter, à diviser². Seule peut-être l'anthropologie cherche à conserver l'ancien regard et à appréhender le tout en tant que tel.

Après l'opposition entre individu et société, ou économie et politique, ce processus de dissociation s'observe également dans la naissance de l'*homo œconomicus*. La fin de la noblesse indépendante, soumise à l'absolutisme royal, a consacré la fin de l'héroïsme noble. La Rochefoucauld, un ancien grand, se rend à la Cour et y découvre que l'homme n'est qu'intérêt. Mais cela ne concerne peut-être que la morale publique. En effet, dans le même temps, le gentilhomme Henri de Campion, après sa participation à la Fronde, lui aussi déçu par la fin des temps héroïques, se retire sur ses terres et découvre les bonheurs de la vie domestique. Il a envers sa fille des sentiments chaleureux et affectueux que les siècles précédents ne connaissaient pas (Fumaroli, 2006). La divergence de parcours entre ces deux nobles, issus du même monde et soumis aux mêmes circonstances, est remarquable. Elle annonce la disjonction moderne entre la sphère publique, où on ne verra plus que l'intérêt, et la sphère privée et familiale, que l'on verra régie par la solidarité et la bienveillance. Comme le dit Philippe Chanial (2008, p. 21), « la modernité marchande ne constitue pas l'expérience d'un dévoilement [d'une nature humaine intéressée, égoïste], mais bien plutôt d'une disjonction de ce que les sociétés traditionnelles s'étaient efforcées de garder lié. »

7.2.2 Le passage du holisme à l'individualisme

Louis Dumont s'est intéressé à la genèse de la société moderne, dans une perspective comparative partant de la société de caste de l'Inde. Il confronte la hiérarchie de la société de castes à l'égalitarisme de la société moderne. Il voit derrière cette opposition deux principes de valorisation. Le premier est le holisme, qui reconnaît l'existence de la subordination et donc de la hiérarchie comme fondement du lien social, valorise la société comme un tout et l'ordre des éléments. Le second est l'individualisme, qui valorise l'être humain individuel, perçu comme une incarnation pleine et entière de l'humanité. À l'individualisme sont associés des traits comme l'égalitarisme, qui nie la subordination, et ce qu'on pourrait appeler le naturalisme ou la prééminence du rapport de l'homme avec les choses sur les rapports des hommes entre eux. Cette opposition polaire³ ne nie cependant pas la diversité des sociétés car toutes n'accentuent pas au même degré ni

2. Il nous semble que Bruno Latour (1997) rend compte de ce phénomène avec son double processus d'hybridation et de purification. Tout comme les sociétés traditionnelles, les sociétés modernes sont capables de produire des collectifs mélangeant ce qu'elles perçoivent comme relevant de catégories distinctes, combinant autant l'économique que le politique, la nature que la société. C'est le processus d'hybridation. Mais ce bricolage doit ensuite être placé dans les catégories ontologiques modernes. C'est le processus de purification. Si il y a nécessité de ce double processus d'hybridation et de purification, c'est parce que les sociétés modernes ont séparé, dissocié ce qui est en réalité un tout.

3. Le holisme et l'individualisme sont chez Dumont des principes de valorisation en vigueur dans une société. Ils ne doivent pas être confondus avec l'individualisme et le holisme méthodologiques, qui sont des points de vue. Les deux ne sont cependant pas sans rapport : une société individualiste aura tendance à privilégier l'individualisme méthodologique.

au même niveau la hiérarchie et l'égalitarisme. Les sociétés occidentales sont singulières, car elles sont individualistes, mais chacune exprime des variantes de l'idéologie moderne ou individualisme. La culture allemande exprime ainsi une version particulière de l'individualisme moderne (Dumont, 1983b, chap. 3 et 4).

Pour bien comprendre la thèse de Dumont, il faut distinguer deux notions d'individus (Dumont, 1977, p. 16-17). Il y a d'abord l'individu empirique, l'être concret, que l'on est tenté d'appeler personne. Celui-ci existe dans tout type de société. Il y a ensuite l'individu comme être moral. C'est un être abstrait, autonome et non social. C'est la valorisation de l'individu conçu ainsi qui fait la spécificité des sociétés individualistes. Au niveau de la société, on peut également opposer deux conceptions (Dumont, 1983c, p. 71). La première est celle de la société comme un tout, c'est-à-dire l'*universitas*. Cette conception est celle des sociétés holistes, mais également de la sociologie dans les sociétés modernes, qui a fondamentalement une « aperception » holiste des sociétés. L'autre conception de la société est celle de la société comme collection d'individus séparés, la *societas*. Cette conception est en vigueur dans l'idéologie moderne.

Pour Louis Dumont, la transition dont nous avons rendu compte est celle du passage du holisme à l'individualisme. Il ne faudrait pas interpréter ce passage comme la disparition de la société-*universitas*, car, d'une certaine façon, l'*universitas* ne cesse jamais d'exister. Il y a un résidu hiérarchique impensé dans les sociétés individualistes (Dumont, 1983b, p. 28-30). L'individu moral est une fiction et l'être empirique est toujours postérieur à l'existence de la société. Les thèses de Dumont doivent donc s'entendre non au niveau des descriptions de fait, mais au niveau des représentations et surtout des valorisations. La société moderne met ainsi le poids des valeurs sur l'individu. Mais cette valorisation de l'individu comme être moral change le caractère de la totalité sociale (Dumont, 1983b, p. 17), de telle sorte que l'*universitas*, si elle ne disparaît pas, n'a plus le même sens pour les membres de la société.

Dumont voit dans l'individualisme une pensée mécanique du social : c'est une dégradation du lien social, réifié en lien entre les choses. Marcel Gauchet (1979) s'oppose à cette interprétation de la transition entre holisme et individualisme. Il remarque que l'avènement de l'individu accompagne ce que Polanyi (1944) a appelé « la découverte de la société ». Alors que Polanyi l'attribuait aux réactions de la société contre la construction libérale de la société de marché, Gauchet discerne cette découverte de la société et de son objectivité chez les penseurs libéraux, notamment Adam Smith. La main invisible si célébrée est ainsi le premier témoignage de l'existence de mécanismes, de processus, qui s'imposent aux individus. Cette découverte de la société est un progrès qui assure une certaine liberté aux individus, qui ne sont plus condamnés à reproduire et mettre en scène l'existence de la société. L'objectivité des rapports sociaux, leur indépendance à l'égard de l'engagement individuel libèrent les individus, qui peuvent se consacrer à d'autres tâches.

Ce n'est pas notre propos d'entrer dans le débat sur la valeur qu'il faut accorder à cette transition. De notre perspective d'économiste, plus important pour nous est l'accord sur les caractères du passage d'une société à une autre. On peut rendre compte du passage des sociétés holistes à des sociétés individualistes sur le modèle génétique de la différenciation, dans la veine d'Elias.

Dans les sociétés holistes, la société est ontologiquement première, nous dit Dumont, et les individus ne sont que des émanations de cette société. Mais dans le même temps, les individus ne font que reproduire constamment les rapports sociaux et mettre en scène la création de la société, l'ordre qu'elle incarne. De telle sorte qu'il y a, d'une certaine façon, indifférenciation entre les individus et la société (ce qui fait que ce vocabulaire est mal adapté et crée facilement de faux problèmes). Les possibilités d'individuation sont faibles, car l'individu empirique n'est qu'un fragment de l'ordre social. La valorisation de l'individu comme être moral autonome est impossible. Paradoxalement, dans une société holiste où le tout de l'*universitas* marque chaque rapport social, l'individu ne peut surgir qu'en se coupant de la société, sous la forme de l'individu-hors-du-monde (Dumont, 1983a).

Au contraire, dans la société moderne, on assiste à la fois à l'avènement de l'individu, à sa survenue ontologique, mais dans le même moment, à la découverte de la société — on pourrait dire également à son avènement. On a vu comment des chaînes d'interdépendance plus longues et plus denses créent à la fois des possibilités plus fortes d'individuation et un sentiment de distanciation vis-à-vis de la société, car celle paraît plus indépendante lorsque l'ordre social ne requiert pas la participation de l'individu. Les deux niveaux individus/sociétés se différencient à partir d'un même magma indéterminé : l'avènement de la société comme ensemble de mécanismes permet la constitution de l'individu, libre et autonome. Avec cette dissociation, la société peut être objet de savoir, mais elle a dans le même temps un caractère moins immédiat, moins chargé de sens que l'*universitas* traditionnelle. De plus, l'individu est maintenant un individu-dans-le-monde. C'est précisément en tant qu'il est un point particulier de la configuration du réseau social qu'il est un individu.

Les vues de Marcel Gauchet et de Louis Dumont paraissent donc plus complémentaires qu'opposées. Reste entre Elias et Dumont une différence d'appréciation des causalités. Elias insiste plus sur le processus d'allongement des chaînes d'interdépendance, dont on pourrait dire qu'il induit une « transition de phase » entre les systèmes de valorisation, avec passage de l'individualisme à l'holisme. Pour Dumont, la figure originale de l'individu-hors-du-monde qui englobe hiérarchiquement la société holiste, née de la révélation chrétienne, produit un champ de tensions qui font évoluer la société vers un individu-dans-le-monde, une société individualiste (Dumont, 1983a, p. 42-43). Mais l'accord sur les co-variations est plus important que les différentes accentuations des causalités.

Dumont suit le passage du holisme à l'individualisme dans les écrits des penseurs politiques et économiques. Chez Quesnay, concepteur du *Tableau économique*, et donc de l'économie comme système de relations, il voit les traces d'une pensée holiste qui ne pouvait se former que dans le royaume de France, à dominante agricole et sous un régime de monarchie absolue. Chez les Anglo-Saxons, il distingue au contraire une poussée constante de l'individualisme. Chez Locke, la politique tourne le dos aux conceptions hiérarchiques et se teinte de relations de propriété. Chez Mandeville, l'économie devient capable, par un mécanisme spécial, d'œuvrer pour le bien public en faisant fond sur les vices privés. Chez Smith, l'individualisme pousse à des contorsions pour faire du travail de l'homme la source de valeur. Dumont voit le point culminant de l'idéolo-

gie économique chez Marx. L'idée d'une société transparente à elle-même, dans laquelle chaque homme concentre la totalité sociale, est totalement congruente à l'idéologie moderne. Elle s'accompagne d'un accent mis sur le rapport entre les choses : c'est la conception matérialiste de l'histoire chez Marx. Dumont finit par montrer comment la finesse sociologique de Marx, et sa perception des traits holistes, laisse place à un individualisme sans entraves au nom de l'émancipation de l'homme. La lutte révolutionnaire efface l'aperception sociologique. L'idéologie économique ne nous paraît guère avoir évolué sur ce point. Elle s'est même sans doute radicalisée, puisque les versions communes du néo-libéralisme vont jusqu'à nier toute existence de la société, sur un plan ontologique.

Outre les éléments étudiés par Louis Dumont, on peut entrevoir la transition entre le holisme, fondé sur la subordination, et l'individualisme, fondé sur l'égalité, dans les deux éléments que nous avons étudiés de façon détaillée : le changement de conception de la nature humaine et l'avènement de la catégorie de marché auto-régulateur.

Par rapport à la vertu civique antique, selon laquelle la loi plane au-dessus des citoyens, la morale héroïque noble montre une progression de l'individualisme (Bénichou, 1948, p. 75), probablement un contrecoup de l'entrée progressive de l'individu dans le monde en Occident (Dumont, 1983a). C'est en effet un système de valeurs pour individus héroïques, suivant leur propre force intérieure. Il correspond à la réalité féodale où les obligations entre un vassal et son suzerain sont plutôt lâches et peuvent être remises en cause par les activités guerrières, avant la consolidation de la royauté et de l'État (Elias, 1976). Si l'on en reste au niveau des nobles, il semble donc que l'on soit déjà dans un schéma individualiste.

Cependant, les éléments de subordination sont notables. Dans le *Mittleralterliches Hausbuch*, livre illustré de la fin du xv^e, à partir duquel Elias (1973, p. 299-315) reconstitue le cadre mental du chevalier, seigneurs et manants semblent vivre dans deux réalités distinctes. De plus, l'existence d'une morale héroïque n'est rendue possible que par la hiérarchisation des âmes (Bénichou, 1948, p. 101-104). La morale noble ne vaut en effet pas pour tout le monde. Il y a une tension inévitable entre la recherche de la gloire, l'exaltation du moi et les vertus sociales. Mais c'est précisément le propre des âmes bien nées que de faire coïncider les deux mouvements. La séparation de l'humanité en âmes de différents teneurs est à la base des vertus sociales de la morale noble. Les jansénistes s'efforcent au contraire de montrer que toutes les âmes sont faites du même métal, le plus vil. L'égalisation dans la condition humaine, l'abaissement des nobles, ont pour corollaire la disparition d'une vie héroïque dans la vertu : « le refus d'admettre une hiérarchie de qualité entre les sentiments est dirigé contre la doctrine traditionnelle qui institue des différences de qualité entre les hommes. » (Bénichou, 1948, p. 104). On voit ici comment la fin de la subordination s'accompagne de changements dans les conceptions de la nature humaine.

Nous avons vu que l'idée du marché naît de l'ordre social garanti par la Providence. L'ordre providentiel est un ordre voulu par Dieu. Les êtres sont groupés selon des chaînes, il y a des gradations entre eux, leurs actions sont l'expression de cet ordre. Dans cette vision qui s'exprime au xviii^e siècle, les relations entre les hommes, et donc en particulier les relations économiques, sont l'expression d'un ordre supérieur. La division du travail est le témoin de cet ordre.

La solidarité des hommes dans l'ordre conçu par Dieu a pour conséquence la division du travail, pour que chacun soit redevable à chacun. La division du travail et l'interdépendance des hommes sont placées sous le signe de la Providence. Les échanges entre les hommes, provoqués par la division du travail, dépendent de l'ordre providentiel, ils en sont la manifestation concrète. L'ordre économique du monde est encore hiérarchique.

L'innovation fondamentale est celle d'Adam Smith (Rosanvallon, 1979, p. 70-76). Smith renverse complètement le schéma précédent. Là où l'échange et de la division du travail étaient le produit d'un ordre social providentiel préexistant, Smith fait de l'échange le moteur de la division du travail. La fameuse propension à échanger des individus entraîne une spécialisation des tâches et la division du travail. Ces chaînes d'échange peuvent produire un ordre en tout point semblable au premier, il n'en reste pas moins que la primauté est inversée. Pour nous il s'agit précisément de la transition entre le holisme, où un ordre global préexiste aux individus, à l'individualisme, où les interactions des individus produisent un ordre.

Dumont (1977, p. 201) résume ainsi le mouvement de naissance de l'économie politique : « l'effort a consisté à émanciper une partie de l'activité sociale de la sujétion englobante dans laquelle elle était demeurée enfermée jusque-là en relation à la politique d'une part, à la morale de l'autre, et de constituer cette partie de l'activité sociale en un domaine séparé, indépendant, plus ou moins autonome. En relation à la morale l'autonomie ne fut jamais complète, ou plutôt elle fut achetée à un certain prix, à savoir le postulat que le nouveau domaine renfermait une sorte d'éthique spéciale qui rendait superflue et même nuisible l'application à ce domaine des commandements ordinaires de la moralité. » Cela est obtenu en faisant de l'économie un domaine où règnent des lois naturelles.

Jean-Pierre Dupuy (1987, 1988) a contesté cette naissance de l'économie politique comme domaine séparé, alors que le geste de l'économie politique embrasse dès sa naissance l'ensemble du social. De fait, Dumont ne décrit pas tant le processus de séparation que celui de subversion progressive des catégories holistes par une poussée individualiste. Si l'ubiquité de l'économie est discernable dans le mouvement historique, elle n'est, à la décharge de Dumont, pas flagrante dans l'esprit du XVIII^e siècle. Les prétentions totalisantes de l'économie politique ne parvenaient sans doute pas à s'exprimer directement dans l'idéologie commune, dans l'esprit du temps. En affirmant directement ses prétentions à remplacer la morale et la politique, l'économie politique se serait exposée à de sérieuses résistances. L'atmosphère de l'époque était encore trop imprégnée de religion providentialiste pour que ce mouvement et sa signification soient concevables et exprimables dans toute leur netteté. Du reste, beaucoup de commentateurs continuent jusqu'à aujourd'hui à assigner une place délimitée à l'économie, signe que tout le monde n'a pas pris acte de son caractère totalisant.

Même s'il ne l'a pas décelé chez Smith, Dumont (1977, p. 201) a perçu cette tendance profonde de l'économie politique : « ces deux sacrifices qu'il a fallu consentir en faveur de l'émergence du nouveau mode de pensée – retranchement du domaine commun de la moralité et de la tendance moderne à l'artificialisme – apparaissent non seulement comme exceptionnels, mais comme ayant été de nature transitoire : dictés par la nécessité, ils seraient rachetés si la destinée favo-

risait cette science nouvelle-née, *la science naturelle de l'individu en société* ». Cette extension de l'économie, qui finit par remplacer la politique et la morale, constituera l'expérience du XIX^e siècle et du début du XX^e ; Polanyi (1944) a montré à quelles extrémités elle a conduit. Dans la discipline économique, ce mouvement s'observe à nouveau à la fin des années 1960, comme en témoignent la théorie économique du comportement humain de Becker et l'impérialisme de la science économique. Il n'est pas sûr qu'il puisse prendre fin tant que subsisteront les caractéristiques de la société moderne.

7.2.3 *L'interaction mimétique*

La théorie de René Girard est controversée, notamment chez les anthropologues. Elle a néanmoins engendré des recherches économiques de grande ampleur, qui élucident certains aspects cruciaux des sociétés modernes. À ce titre nous nous devons d'en faire part. Nous nous fondons uniquement sur les travaux de Jean-Pierre Dupuy (1979, 1992, 2009).

Très schématiquement, pour René Girard, les sociétés traditionnelles sont fondées sur une norme transcendante. Cette norme transcendante (le sacré) est ce qui contient la violence, dans le double sens de mettre à distance et d'inclure. Les règles de vie en société servent à canaliser la violence, mais c'est aussi par elles que la violence peut se propager, par la riposte et la vengeance. Lorsque la violence se généralise, l'ordre social ne peut être refondé que par l'expulsion d'un bouc émissaire. Le bouc émissaire recrée l'unanimité de la société, car tous s'accordent pour le désigner comme l'origine de la violence. Son expulsion refonde un régime du sacré et donc une société fondée sur un principe d'ordre (on voit ici le lien avec le holisme de Dumont).

Cependant la révélation chrétienne dévoile le mécanisme sous-jacent au schéma de constitution des sociétés holistes. En faisant de Jésus une victime innocente, elle révèle l'arbitraire derrière la désignation du bouc émissaire. Pour Girard, la révélation chrétienne donne à voir le mécanisme fondamental de construction des sociétés et elle rend possible le savoir sociologique. Mais, comme le christianisme expose au grand jour le mensonge qui fonde l'existence des sociétés (la sacralité du bouc émissaire), il en rend impossible le fonctionnement. Les normes sociales ont perdu leur transcendance car nous sommes devenus conscients de leur caractère arbitraire. L'individu empirique ne peut plus être guidé par des normes extérieures et il devient lui-même une norme. Le christianisme contient dans son principe une dissolution progressive de l'ordre social et donc une montée de la violence. On peut alors voir l'économie comme le système de régulation de la violence là où la transcendance des sociétés holistes ne fonctionne plus.

Pour comprendre comment l'économie peut réguler cette violence, il faut introduire une notion importante dans la théorie girardienne ; la distinction entre un modèle externe, que peut suivre l'individu parce qu'il lui est extérieur, et un modèle interne, où l'individu cherche à imiter son semblable. Le modèle externe est celui de la norme transcendante dont nous avons parlé. L'individu suit un modèle externe et, en cas de conflit avec un autre individu, c'est le modèle externe qui résout le conflit. Dans le modèle interne, l'individu imite un autre individu. Il désire donc ce que l'autre désire, et réciproquement. Ce cercle mimétique

ne peut conduire qu'à la violence. Les sociétés traditionnelles sont fondamentalement fondées sur le modèle externe, à partir des normes du sacré qui sont transcendantes. Au contraire, les sociétés modernes ne connaissent plus la transcendance et le modèle externe est impossible. Elles sont hantées par le modèle interne et tentent d'en contenir la contagion et la généralisation de la violence.

Deux idées⁴ ont été avancées pour expliquer comment l'économie résout cette tension. Selon Dupuy (1979), à un objet unique, source de conflit en cas de désir mimétique, l'économie substitue des marchandises qui sont des objets reproductibles. L'économie résout le conflit mimétique par la production des marchandises. Cette vision permet aussi d'intégrer les phénomènes de consommation ostentatoire à la Veblen (1899) et les phénomènes d'envie. Selon Aglietta et Orléan (1982), le désir mimétique se résout par la monnaie. L'instrument monétaire, désirable par chacun parce que chacun l'accepte, permet donc de sortir du conflit mimétique. D'un point de vue historique, l'origine sacrée de la monnaie irait dans ce sens. C'est toutefois sur un plan logique que la théorie a le plus d'intérêt. Elle permet de rendre compte des crises monétaires, et en particulier d'hyperinflation. Lorsque le désir mimétique est réinterprété comme désir de liquidité, la théorie ouvre une porte sur la compréhension de la valorisation des actifs financiers (Orléan, 2011).

En-deçà de ces considérations généralisantes sur la genèse des sociétés de marché, la théorie de Girard éclaire aussi l'incomplétude fondamentale de l'*homo œconomicus*, à rebours de sa représentation dans l'analyse économique (Dupuy, 1988). Dans la théorie Économique, l'individu est souverain, il connaît ses préférences, qui lui sont propres. Mais le point aveugle de la théorie est la formation des préférences. C'est là où intervient la théorie mimétique. L'individu forme ses préférences sur celles d'un modèle. Si l'on a un modèle externe parfaitement spécifié, on retrouvera alors l'*homo œconomicus* standard. Mais cette situation idéale est rarement réalisée, et c'est là le propre des sociétés modernes. L'individu prend plus souvent pour modèle un semblable, qui prendra, lui, le premier individu pour modèle, enclenchant la boucle mimétique et l'indétermination des préférences. Au fond l'individu n'est jamais sûr de lui, il est pris dans une dialectique d'assentiment et de distinction auprès de ses semblables. Cette incomplétude de l'individu n'est pas reconnue à sa juste valeur par la théorie Économique, qui accrédite encore le mythe de la souveraineté du consommateur. Elle est pourtant à la base d'une institution fondamentale de la société de consommation, celle de la publicité et du marketing. La demande de biens n'est en effet jamais innée mais construite par un processus d'apprentissage à la consommation. La publicité joue justement sur le désir de ressemblance ou de distinction pour créer une médiation entre les biens et l'individu grâce à la mise en scène du produit utilisé par d'autres individus.

Le sujet, loin d'être constamment tendu vers son but, est au fond toujours ballotté au gré des attentions sociales. Cette profonde incertitude sur les ressorts profonds du moi était déjà présente chez La Rochefoucauld (Terestchenko, 2005), ce qui n'a rien d'étonnant car le modèle de l'*homo œconomicus* n'était pas

4. Nous nous proposons de décrire ailleurs comment s'articulent ces deux idées. Réunir, par un même mécanisme, les marchandises et la monnaie, leur équivalent général, permettrait de progresser dans la compréhension de la logique des sociétés marchandes.

encore stabilisé à cette époque. Le modèle mimétique apporte une vision plus dynamique de la formation des préférences. Là où Elias voyait dans les préférences l'expression des configurations sociales dans lesquelles l'individu est inséré (Elias, 1974, p. 59-61), Jean-Pierre Dupuy en montre les fluctuations, ce qui peut se traduire par des phases d'engouement et de désaffection subite. Loin d'être souverain, l'*homo œconomicus* est fragile et instable. Au fond, l'individu est incomplet : la société apporte le complément indispensable à son existence, elle oriente ses préférences selon son propre complexe, là où ne régnerait que le vide de l'auto-détermination. Une boucle relie le niveau individuel et le niveau social. On retrouve les conclusions de Norbert Elias sur la co-détermination de l'individu et de la société.

7.3 IDÉOLOGIE ET DÉVELOPPEMENT DE L'ANALYSE ÉCONOMIQUE

Les sociétés modernes sont ainsi hantées depuis leur naissance par l'utopie de la société de marché. La réalisation progressive du projet de l'économie politique, c'est-à-dire la création concrète d'une société de marché, a cependant déchiré le tissu social. La mise en tension des sociétés par la soumission de leur substance (hommes, terres, monnaie) aux mécanismes de marché a engendré des réactions sociales de protection. Karl Polanyi a montré comment la crise politique des années 1930 trouvait son origine dans la déstabilisation formidable des sociétés européennes engendrée par la quasi-réalisation du libéralisme utopique, c'est-à-dire la réduction de la société au système de marchés auto-régulateur. Les vicissitudes de la société de marché ont transformé le projet initial. Les régulations de l'après-guerre, d'inspiration plus ou moins keynésienne, le passage à une économie mixte, dans lequel le marché est fortement encadré par l'État, ont même fait dire à Polanyi que la mentalité de marché était obsolète, que l'utopie libérale était définitivement discréditée. Pourtant, depuis les années 1980, avec le néo-libéralisme, les sociétés occidentales ont assisté au retour de l'utopie de la société de marché. Pour comprendre comment ce retour a été rendu possible, il faut bien saisir le caractère permanent de cette utopie.

Ce projet politique trouve sa justification ultime dans ce que nous avons appelé l'idéologie économique : la libre action des agents intéressés crée le bien commun dans un système de marchés, toute interférence dans ce système de marchés a des conséquences négatives. L'idéologie économique s'appuie sur de larges pans de l'analyse économique, avec laquelle elle se confond au départ. Nous souhaitons montrer comment les évolutions de l'analyse économique ont conforté l'idéologie économique et ainsi facilité son retour, malgré les dégâts que la société de marché avait causé dans le tissu social. Autrement dit, nous cherchons comment l'analyse économique infléchit ses méthodes et ses concepts, en réaction à certaines contestations qui exprimaient, sur un plan scientifique, des demandes sociales. Nous montrons que ces inflexions de l'analyse économique vont dans le sens d'une plus grande abstraction et d'une plus grande dématérialisation de l'analyse. Cette évolution, qui élargit le fossé qui séparent les phénomènes économiques des phénomènes sociaux, construit un monde idéal, uniquement régi par les mécanismes parfaitement huilés du système de marchés. Les propositions de l'analyse économique les plus directement pertinentes pour

l'idéologie économique se réfugient dans le ciel des idées. Elles deviennent des abstractions dénuées de tout contenu empirique. Elles sont irréfutables et l'idéologie économique se transforme en une forteresse imprenable. L'évolution des méthodes érige ainsi une barrière protectrice pour l'idéologie, dorénavant inattaquable.

Cette partie s'inscrit dans la lignée des recherches de Gunnar Myrdal (1930) sur *The Political Element in the Development of Economic Theory*. Pour accentuer cette filiation, son titre aurait pu être : « l'élément idéologique dans le développement de la théorie Économique ». L'objectif est de prolonger l'analyse de Myrdal dans la période contemporaine, avec en particulier l'analyse du tournant des années 1970, tant dans la naissance de l'économie de l'environnement que dans l'irruption des nouveaux classiques. Nous construisons ici sur des études menées dans d'autres chapitres de la thèse, en particulier en 2.2 et 3.4. D'une certaine façon, nous tentons d'expliquer l'immatérialité de l'analyse économique, qui nous a occupé à de nombreuses reprises au cours de cette thèse. Tandis que Myrdal montre la persistance de l'élément politique, c'est-à-dire de l'« idéologie économique », dans les développements théoriques de l'économie, notre approche est plus radicale, puisqu'elle fait de l'élément politique, ou plus précisément de la préservation de la cohérence idéologique, un moteur du développement de l'analyse économique en réaction avec les démentis et contestations issus du champ social.

La récurrence du phénomène mis en évidence dans les pages qui suivent, à savoir l'évolution de la théorie Économique dans un sens qui préserve l'idéologie économique, prouve que théorie et idéologie économiques ne sont pas séparées l'une de l'autre. Nous détaillons dans ce qui suit quelques-unes des inflexions de l'analyse économique. Même si chacune de ces inflexions relève d'un complexe unique d'enchaînements causaux, c'est l'orientation constante des inflexions, *a priori* décorrélées, qui valide, selon nous, notre explication par le poids de l'idéologie économique. Notre récit est rendu plus complexe par le fait que nous souhaitons nous préserver de tout déterminisme⁵. À chacune des inflexions de la théorie, plusieurs chemins étaient possibles et nous essayons de montrer quelles étaient ces possibilités. En définitive, c'est la non-réalisation de ces bifurcations alternatives qui montre la prégnance de l'idéologie dans les inflexions de la théorie Économique.

5. Les développements qui suivent pourraient suggérer au lecteur que l'unique moteur de la théorie Économique réside dans la nécessité de protéger l'idéologie moderne de l'échec de ses réalisations pratiques, dans les sociétés réelles. Toutefois une telle affirmation ne peut être démontrée : il est quasiment impossible de spécifier comment la nécessité du maintien d'une structure, de surcroît idéologique, fait agir les sujets. L'action des sujets est toujours encadrée dans des réseaux sociaux et ce sont ces réseaux qu'il faudrait étudier pour déterminer si, dans l'analyse économique en train de se faire, la structure idéologique est importante, et comment, éventuellement, elle se répercute dans le travail quotidien de recherche. C'est là une étude de sociologie des sciences que nous ne pouvons pas mener.

À défaut de pouvoir réellement parler de causation, nous soutenons *a minima* une assertion plus faible, à savoir que les développements conceptuels et méthodologiques de l'analyse économique ont facilité le maintien de l'idéologie économique en organisant le refus de la sanction des faits.

Cette partie pose une hypothèse dont l'exploration méthodique permet d'ordonner un certain nombre de faits. Cette hypothèse demanderait à être affinée et précisée par des études complémentaires. L'ensemble nous paraît néanmoins suffisamment solide pour pouvoir être présenté dès à présent. Il s'appuie d'ailleurs en grande partie sur des travaux déjà publiés par d'autres chercheurs.

Les considérations que nous allons développer sur les évolutions de l'analyse économique n'ont pas pour objectif de rendre compte de l'intégralité des avancées et reculs de l'analyse économique. Ce serait prétentieux et hors de portée, étant donné l'immensité du champ couvert par l'économie. Notre assertion deviendrait aussi tout à fait fautive. Un ensemble de sous-disciplines évolue de manière autonome, en fonction de problématiques qui n'ont pas forcément de rapport avec l'idéologie économique. Il ne faut pas se méprendre sur la portée de notre propos. Il faut se souvenir que nous nous restreignons à l'analyse économique néo-classique, dite *mainstream* ou orthodoxe. Dans les disciplines spécialisées, plus proches des applications pratiques et des données empiriques, les influences théoriques sont généralement diverses, ce qui amoindrit l'élément idéologique inhérent à l'approche néo-classique. C'est pourquoi nous nous concentrons sur les éléments les plus théoriques, où l'analyse néo-classique est dominante, si ce n'est hégémonique. Cet ensemble de propositions, que nous avons appelé la théorie Économique, fonctionne comme une instance d'appel, une référence en fonction de laquelle sont agencés les autres travaux. Nous nous focalisons donc sur les briques de base de la théorie Économique, qui sont la conception de l'homme et du marché. Notre hypothèse ordonne d'une certaine façon l'histoire déconcertante de ce volet de l'analyse économique. Ces éléments primordiaux sont étonnamment stables parce qu'ils ont été forgés dans le même mouvement que les sociétés modernes et restent indissolublement liés à l'idéologie économique.

Ces éléments constituent selon nous le roc de la théorie économique et sont souvent au fondement implicite des disciplines spécialisées. Si notre étude peut prétendre à quelque généralité, c'est en raison de ce choix stratégique : ces concepts les plus fondamentaux sont le cadre intégrateur dans lequel les travaux de recherche s'inscrivent et prennent sens. L'idéologie économique imprime sa marque même sur des travaux qui semblent aller à son encontre, ne serait-ce que par la valorisation des travaux, d'autant plus forte qu'ils sont proches du cœur de la théorie Économique. Mais l'idéologie économique inspire aussi l'interprétation des travaux d'analyse économique, parfois à l'insu des économistes, parce qu'elle traverse de part en part le système conceptuel où ces travaux prennent place. L'orientation idéologique globale du système intellectuel infléchit donc localement le sens des travaux spécifiques.

Cette influence idéologique souterraine est d'autant plus présente que le système d'idées et de valeurs qui guide les travaux n'est pas explicité, et que l'importance de l'élément politique n'est pas reconnu. Rien ne favorise plus l'imprégnation des travaux de recherche par l'idéologie économique que l'illusion d'utiliser des outils neutres, indépendants de tout système de valeurs. À utiliser un concept sans précaution, on est condamné à redécouvrir l'élément idéologique derrière ce concept. La composition des concepts renforce encore ce poids idéologique, parce que les concepts entrent en résonance lorsqu'ils sont pris dans le

contexte idéologique pour lequel ils ont été forgés. La croyance, assez répandue chez les économistes, selon laquelle l'économie néo-classique ne serait qu'une boîte à outils dénuée de système d'idées et de valeurs est devenue le principal frein au progrès de l'analyse économique, parce qu'elle empêche de reconnaître la présence de l'idéologie économique. En revenant aux concepts fondamentaux de l'analyse économique et à leur évolution, nous avons l'intention justement de mettre en évidence la composante idéologique qu'ils recèlent.

7.3.1 *La constitution d'une norme propre à l'économie*

La préservation de l'élément idéologique dans la théorie Économique suppose d'abord l'invention d'une norme propre à l'Économie, hors de la portée des hommes. Cette norme va se décliner sous plusieurs formes avant de se stabiliser dans une forme idoine, préservant l'essentiel des propriétés attendues de l'Économie dans une société moderne.

Dès le départ, l'Économie se constitue comme une science naturelle (Dumont, 1977, p. 84). Les relations économiques sont vues comme un objet naturel, comme un donné. Au contraire, les structures politiques sont considérées comme artificielles. Le point de vue économique privilégie les relations des humains aux choses aux relations entre les humains. Un élément reste obscur dans le récit de Dumont : la nature de ces « choses » que sont les relations économiques. La réponse à cette question est en réalité dépendante des contraintes qui pèsent sur la place de l'Économie dans l'idéologie des sociétés modernes (ou encore « individualisme » dans la terminologie de Dumont).

Au XVIII^e siècle, l'Économie, qui a vocation à régenter la totalité sociale, se distingue comme un domaine exempté de la morale commune. Plus précisément elle délimite un domaine où la morale est suspendue parce qu'y œuvrent des lois « naturelles ». Ces lois naturelles garantissent que la libre poursuite des intérêts individuels conduit au bien commun. Nous avons là l'élément central de l'idéologie économique : l'harmonie naturelle des intérêts. Cet élément est à la base du projet politique des sociétés modernes et constitue le cœur du libéralisme utopique. La question se pose de savoir sur quel plan l'on obtient l'harmonisation des intérêts, ou dit autrement, en quoi consiste le bien commun qui est créé de la meilleure façon par la libre poursuite des intérêts ? Quelle est la nature de ces lois qui assurent l'harmonie naturelle des intérêts ?

Avant d'étudier différentes définitions que fournira successivement l'analyse économique, nous commencerons par une petite anecdote historique. Elle montre que le souci du bien commun est moins important que la croyance en l'harmonie des intérêts. Au XVIII^e siècle, la France est agitée par un débat sur la question des blés (Larrère, 1992 ; Meyssonier, 1989). La libéralisation du commerce des grains pourrait-elle prévenir les crises de subsistance ? Les libéraux, groupés autour de Vincent de Gournay, puis les physiocrates, défendent la liberté entière du commerce des grains pour assurer l'abondance dans le royaume de France. La déclaration de mai 1763 et l'édit de juillet 1774 consacrent la liberté de commerce, et abolissent les pratiques antérieures de police administrative.

La liberté n'apporte toutefois pas l'abondance et la sécurité attendues ; elle provoque au contraire troubles et émotions populaires. Mais pour les physiocrates,

« la disette que redoutent ou feignent de redouter les esprits enragés est manifestement impossible » dans un régime de liberté (cité dans (Kaplan, 1986, p. 159)). Les défauts d'approvisionnement ne peuvent être dus qu'aux obstructions à la liberté (Kaplan, 1986, p. 189). Les malheurs sont par définition impossibles dans une société libérale. Ils ne peuvent provenir d'un excès ou d'un défaut d'organisation de la liberté mais uniquement du manque de liberté. Une logique se met en place qu'on retrouve aujourd'hui dans le déni de réalité des climato-sceptiques apologues du marché (cf. 5). Les libéraux utopiques refusent de voir les conséquences néfastes des politiques de libéralisation qu'ils ont inspirées.

L'harmonie des intérêts librement poursuivis a quasiment un statut de vérité théologique. Cette figure morale assure l'autonomie de l'économie (et bientôt sa prééminence) ; y renoncer obligerait à réintégrer l'économie sous la coupe de la politique et de la morale ; si c'était possible, cela signifierait la fin de l'aventure moderne. La réaction des physiocrates ouvre une porte de sortie prometteuse : plutôt que d'abandonner la transmutation des vices privés en bénéfices publics, il faut redéfinir ce bien commun auquel les intérêts privés sont censés concourir.

La substance de ce qui allait devenir l'économie n'était pas encore bien fixée. Chez les physiocrates, l'économie est une partie de l'ordre du monde, un élément de la nature, de la φύσις — d'où le nom qu'ils se donnèrent. Chez les économistes classiques, cet élément est atténué, mais les lois économiques sont fermement ancrées dans la réalité. L'élément analytique fondamental de cette époque est la valeur-travail. La source de la valeur est l'activité humaine, c'est-à-dire une certaine dépense physiologique.

Nous avons vu au chapitre précédent comment la perception des lois économiques se modifiait au cours du XIX^e siècle. De lois sociales, elles deviennent des lois psychologiques. Leur vérité n'est plus à trouver dans l'ordre du monde mais dans l'introspection, au fond de chaque individu. La méthode évolue également d'hypothético-déductive à déductive.

L'irruption du marginalisme consomme la rupture avec la théorie classique. La méthode dorénavant déductive dérive des vérités générales de propositions vraies en elles-mêmes. La conception de la valeur change aussi : la valeur-travail est remplacée par une valeur subjective. Quelques auteurs ont relié ce tournant à la critique marxiste de la théorie économique. Par exemple, Pierre Vilar (1982a, p. 337) voit dans « la publication, en moins de deux ans, 1871-1873, des œuvres fondamentales de Jevons, Menger et Walras [...], cinq ans après le premier livre du *Capital* [...], le refus d'interprétation du réel par toute une classe. » De même, Joan Robinson (1974, p. 33) écrit : « The neo-classical theory that came into fashion after about 1870 was, consciously or unconsciously, a reaction against Marx. »

Il est intéressant de noter que Boukharine (1919), s'il attribue pour l'essentiel la théorie marginaliste à la psychologie du rentier qui annonce la décadence de la bourgeoisie retirée du processus de production, constate également que le succès de la nouvelle théorie s'explique par le repoussoir que représentait la version marxiste de la valeur-travail. « Une des causes de l'aversion de la bourgeoisie pour la théorie de la valeur-travail consiste certainement dans son aversion pour le socialisme. Böhm-Bawerk en convient parfaitement » (Boukharine, 1919, p. 21, souligné par Boukharine lui-même).

Nous pouvons tenter une explication. Marx a remodelé la valeur-travail des classiques dans une théorie de l'exploitation. La clef de cette incorporation est la distinction entre la valeur produite par une heure de travail et la valeur qui achète une heure de travail, c'est-à-dire la valeur de la force de travail. L'emploi d'une heure de force de travail crée plus de valeur que l'ouvrier n'en consomme pour reconstituer sa force de travail. Le capitaliste qui embauche l'ouvrier et paie la force de travail accapare la survalue, c'est-à-dire la différence entre la valeur produite par le travail et la valeur de la force de travail. Marx n'était pas peu fier de cette construction théorique, qui prend l'économie classique à son propre piège. Dès lors, les prétentions du système de l'économie politique classique à assurer le bien commun s'en trouvent amoindries.

En resituant la théorie économique dans ses liens avec l'idéologie économique, on comprend à quel point la révolution marginaliste est nécessaire pour préserver l'harmonie naturelle des intérêts. La valeur-travail, réinterprétée par Marx, dévoile l'exploitation au cœur de l'économie politique; elle fait échouer le projet d'autonomisation de l'économie qui exige que les actions économiques soient orientées, malgré les apparences, vers le bien commun. Une solution aurait pu être de contester Marx en restant sur le terrain de la valeur-travail. L'histoire pencha néanmoins vers une nouvelle théorie de la valeur moins directement critiquable que la précédente. Avec la théorie marginaliste, on atteint une abstraction sans précédent de la valeur. La valeur est maintenant fondée sur le bien-être subjectif de l'individu.

On pourrait croire que le passage à une valeur entendue comme bien-être subjectif consacre le retour des choses économiques dans le giron des relations entre les hommes. En réalité, c'est le mouvement inverse qui se produit. La valeur subjective n'est pas mesurable, c'est donc le prix de marché qui fait office de témoin de cette valeur subjective. Le prix de marché devient l'étalon de la valeur. Les relations économiques, la valeur des choses sont dorénavant appréciées par une mesure interne à l'économie, le système de prix. L'économie ne peut plus être jugée d'après une norme extérieure; elle devient alors véritablement autonome, régentée par une valeur propre, la valeur économique, qui n'est pas la valeur-travail qui renvoie aux individus dans la société, ni une valeur physique, qui renverrait au monde naturel. En devenant son propre étalon de valeur, l'économie se rend peu à peu imperméable à toute critique. Son autonomie ne devenait plus « contestable », car l'orientation vers le bien commun ne pouvait plus être critiquée en prenant pour base une mesure alternative.

La transformation initiée par le passage à la valeur marginaliste est achevée avec les travaux de Pareto. En voulant séparer totalement les jugements de valeur de l'analyse économique, Pareto formule son principe pour juger de manière neutre d'une situation : une situation A est supérieure à une situation B, si tous les individus préfèrent être dans la situation A plutôt que dans la situation B. Ce critère, dit de Pareto, est formellement irréprochable, il requiert l'unanimité pour juger d'une situation. En pratique, Pareto organise cependant le repli de l'analyse économique normative (dite du bien-être) sur ce seul critère. Avec ce critère, le bien commun se réduit finalement à être une situation Pareto-optimale, c'est-à-dire une situation telle que les individus ne lui préfèrent pas unanimement une autre situation. C'est avec cette conception peu exigeante du

bien commun que l'analyse économique va dorénavant, et jusqu'à aujourd'hui, fonctionner. Certains économistes ont, avec raison, critiqué ce concept et l'usage immodéré qu'en fait la théorie Économique. Amartya Sen (1993) a ainsi montré la réduction de l'analyse économique qui s'en suivait et l'appauvrissement des réflexions tant normatives que positives. Il n'en reste pas moins qu'il est quasiment le seul critère de l'analyse du bien-être (parfois étendu avec des compensations sous le critère de Hicks-Kaldor). Il est le critère de référence à l'aune desquels l'analyse économique mesure la réussite de ses économies imaginaires.

Le même mouvement d'abstraction et de dématérialisation nous semble déterminer les relations conflictuelles entre l'analyse économique orthodoxe et l'économie écologique. L'économie écologique insère les phénomènes économiques dans les phénomènes naturels. Cette perspective conduit à voir les phénomènes économiques sous l'angle des consommations de produits naturels. Une autre image du processus économique apparaît alors, et avec cette image, l'organisation économique moderne paraît bien peu raisonnable. Le progrès de la civilisation moderne est remis en question. Prenons par exemple les travaux de Serge Podolinski, un des précurseurs de l'économie écologique, déjà évoqué en 2.1.3. Il compare le rendement énergétique des systèmes d'agriculture traditionnelle et moderne. En mettant en regard les calories dépensées avec les calories produites par le système agricole, il montre que le système moderne est moins efficace que le système traditionnel. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études des systèmes agraires (Martínez-Alier, 1987, chap. 2-3).

En regardant le système agricole avec un autre étalon de valeur, la calorie, Podolinski ouvre une brèche dans la théorie Économique, pour laquelle le système de marché et de division du travail contribue au bien commun de la manière la plus efficace possible. Son résultat conduit à un récit différent du progressisme standard. Pris au sérieux, il invite à s'interroger sur les raisons de l'inefficacité du système moderne, que l'on trouve dans la séparation des activités et dans la dépendance aux énergies fossiles ; il fournit un argument politique pour le maintien d'une agriculture traditionnelle (Martínez-Alier, 1987, chap. 15). Les travaux de Podolinski sont donc, de par leurs résultats, indubitablement critiques pour l'économie politique. Engels ne s'y est pas trompé, puisqu'il considérait que Podolinski prouvait ainsi une nouvelle contradiction du capitalisme. Néanmoins, le sujet ne valait pas, pour Engels, la peine d'être creusé, puisque Marx avait déjà révélé ces contradictions d'un autre point de vue. Les travaux de Podolinski n'ont donc eu aucun retentissement à l'époque, et ils ne peuvent avoir influencé, directement ou indirectement, l'évolution de l'analyse économique. Toutefois, les successeurs de Podolinski ne trouvent pas davantage leur place dans l'économie standard.

Le mouvement général de l'analyse économique, qui s'accroît à partir du marginalisme, consiste ainsi à s'éloigner des réalités matérielles et à appréhender la valeur, et donc les caractéristiques du processus économique, d'une façon purement subjective. De la sorte, l'analyse économique ne rencontre aucun contre-poids : il n'est plus nécessaire qu'elle soit compatible avec des faits mis en lumière par d'autres disciplines. Elle définit un étalon à sa mesure qu'elle est la seule à pouvoir appréhender. Ce mouvement est complètement revendiqué par Friederich Hayek (1952, p. 26) : « Il n'y a probablement aucune exagération à

dire que chaque progrès important de la théorie économique pendant les cent dernières années a été un pas de plus dans l'application cohérente du subjectivisme. Il va sans dire que les objets de l'activité économique ne peuvent être définis de façon objective, mais seulement par référence à un dessein humain. Une "marchandise" ou un "bien économique", "la nourriture" ou la "monnaie" ne peuvent se définir en termes physiques, mais seulement d'après les opinions que les gens professent à l'égard des choses. » De la sorte, Hayek conteste que les comportements d'achat de la nourriture tiennent compte du contenu calorique des produits (Martínez-Alier, 1987, chap. 10). Ce qui pose problème, ce n'est pas l'application du subjectivisme, mais le refus de toute considération autre que celle du subjectivisme. Avec la valeur subjective, l'analyse économique développe un véritable système immunitaire qui attaque tout ce qui pourrait remettre en cause l'idéologie économique.

La réaction des économistes aux balbutiements de l'économie écologique fournit un nouvel exemple de ce mouvement de fuite devant les conséquences négatives du processus économique (cf. 2.2). Les premières réflexions d'Ayres et Kneese (1969) sur l'importance des flux de matière étaient acceptées dans les cercles de l'économie standard. Le rapport du Club de Rome montre les potentialités critiques de ce type d'analyse. Avec la fin de l'humanité programmée par le modèle de Forrester, l'économie ne peut plus prétendre contribuer au bien commun : la manie économique de la croissance conduit droit à l'effondrement planétaire. De manière opportune, l'analyse économique expulse du champ des approches autorisées les travaux comme ceux d'Ayres et Kneese. Le revirement de Robert Solow entre 1971 et 1973 est ainsi symbolique du rejet qui s'opère à cette époque. La théorie Économique érige alors un système de défense, sur la base de fonctions de production avec facteurs de production substituables. Ces constructions théoriques sont dénuées de pertinence empirique ; la substituabilité s'apprécie en raisonnant sur les valeurs. En utilisant un appareillage qui l'éloigne des réalités matérielles, la théorie Économique se dispense de faire face à des conclusions dérangeantes pour l'idéologie économique. L'économie écologique finira par s'institutionnaliser et par exister comme champ de recherches, mais ce sera comme un mouvement hétérodoxe, en marge de l'économie orthodoxe — avant que celle-ci cherche à prendre de l'emprise sur ce rejeton dissident (Røpke, 2005, p. 283-285).

Pour devenir la catégorie régulatrice des sociétés individualistes modernes, l'Économie devait s'extérioriser, se placer hors de portée des conflits humains (Dupuy, 2012). Les relations économiques devaient être réifiées, c'est-à-dire vues comme des choses extérieures aux hommes, alors que ce sont bien des interactions humaines. De par son succès, l'Économie devient une réalité qui s'impose aux hommes. Elle devient une « seconde nature ». De là, l'impression que l'analyse économique est une « science naturelle ».

On peut maintenant préciser dans quel sens la théorie Économique se conçoit comme une science naturelle. La théorie Économique est bien une science des choses, mais ces choses ne sont pas faites de la même substance que les phénomènes naturels. On devrait parler de science « chosale » et non « naturelle ». Les choses dont parle l'analyse économique néo-classique sont dématérialisées. La naturalisation, ou mieux la réification des relations économiques n'est pas la

même chose qu'une « physicalisation », qu'une matérialisation de l'économie. La nature de l'économie n'est pas la Nature.

En étant trop accrochée à la matière ou aux faits sociaux tangibles, l'Économie ne pouvait soutenir sa prétention à assurer le bien commun. Une analyse économique conduite avec des étalons plus matériels pourrait rendre visibles les failles de l'Économie. Pour préserver son autonomie morale, et donc son rôle central dans la régulation sociale des sociétés modernes, l'Économie n'avait sans doute pas d'autre choix que d'inventer sa propre norme. Dans le cas contraire, son projet aurait paru injustifié. La théorie Économique a donc dématérialisé, déréalisé l'économie ; elle lui a créé un monde à part, avec ses propres normes et sa propre mesure.

La lente évolution de la théorie Économique l'éloigne ainsi des problèmes environnementaux. En radicalisant notre propos, nous aboutissons à une impossibilité d'une « économie de l'environnement » dans le cadre de l'Économie. La théorie Économique est incompatible avec une véritable économie de l'environnement, car elle ne peut reconnaître une valeur à l'environnement qui ne soit pas du même ordre que les valeurs économiques. L'expulsion de l'économie écologique hors du périmètre de l'économie standard est à ce titre significative. On objectera qu'il y a bien une discipline nommée « économie de l'environnement », qui est néo-classique dans son inspiration et ses méthodes. L'existence de cette discipline confirme au contraire notre hypothèse pour au moins deux raisons. Premièrement, elle repose essentiellement sur l'analyse coût-bénéfice, comme nous l'avons vu dans le cas du climat. Elle se fonde sur la valeur économique de l'environnement, c'est-à-dire le bien-être évalué par les agents économiques, pour décider si il y a, ou non, problème environnemental. Elle reste donc à l'intérieur du monde spécial des valeurs économiques, taillé sur mesure pour le bon fonctionnement de l'Économie. Elle tombe dans une impasse dès lors qu'elle veut trouver un équivalent commun entre l'environnement et les marchandises, qui serait fondé sur l'agrégation des préférences individuelles. Deuxièmement, elle considère en général l'environnement comme substituable à d'autres biens économiques. Dans les questions de soutenabilité, c'est ainsi la version faible qui a la faveur des économistes orthodoxes, là où l'approche de l'économie écologique a tendance à insister sur la soutenabilité forte, c'est-à-dire la nécessité de préserver intact un ensemble critique ou essentiel de régulations environnementales. Pour les deux raisons invoquées, les ressources ou les pollutions sont jugées à l'aune de leurs valorisations économiques. Dans l'économie de l'environnement actuelle, il y a en fait équivalence entre les biens environnementaux et les marchandises économiques. L'environnement est dénué de spécificité. Il est à prendre en compte comme le reste parce que c'est un élément que les humains valorisent, ni plus ni moins.

On peut voir où conduit une économie de l'environnement fondée sur ces bases. Dans une déclaration qui fit scandale au début des années 1990, Lawrence Summers proposait que l'on déplace les industries polluantes du Nord vers le Sud. En effet la désutilité marginale de la pollution est plus forte dans les pays à hauts revenus que dans les pays à bas revenus. Le déplacement de la pollution vers les pays à bas revenus provoquerait donc des gains de bien-être au niveau mondial. Si cette déclaration était peut-être pensée comme une caricature, il n'en

reste pas moins qu'elle relève d'une logique économique implacable. C'est une réponse parfaitement valide aux problèmes de la pollution du point de vue de l'économie du bien-être. Que cette stratégie soit choquante sur un plan moral et ne change rien à la pollution, montre à quel point la théorie Économique est inadaptée pour traiter de ces problèmes.

L'incapacité de la théorie Économique à prendre la mesure des problèmes environnementaux nous paraît donc directement liée aux inflexions qu'elle a subies sous la pression de contestations. Ces inflexions vont dans le sens d'une dématérialisation des concepts économiques pour préserver l'utopie auto-stabilisatrice, qui justifie l'orientation vers le bien commun de l'économie.

7.3.2 *Le retour aux sources de la contre-révolution monétariste*

Après l'abandon de la valeur-travail des classiques et le rejet de l'économie écologique, nous voudrions maintenant aborder une troisième étape, celle du tournant des nouveaux classiques (cf. 3.4.3). Cet épisode fameux a redéfini les canons de la macro-économie, et son influence se fait sentir jusqu'à nos jours. Ce bouleversement de la théorie macro-économique, exceptionnel par son ampleur, constitue un moment privilégié pour éprouver nos hypothèses sur le rôle de l'idéologie économique. L'importance qu'il a eue dans la modélisation des interactions économie-climat (cf. 4), justifie par ailleurs son étude détaillée dans cette partie.

On fait traditionnellement remonter la naissance d'une macro-économie consciente d'elle-même à 1936, année de la publication de la *Théorie générale* de Keynes (Mouchot, 1996, p. 139). Keynes, qui invente le terme de macro-économie, se veut en rupture avec la théorie économique standard de l'époque. Son opposition aux classiques s'exprime avant tout dans le rejet de la loi de Say, selon laquelle l'offre crée sa propre demande ou dit autrement : il ne peut pas y avoir de crise de surproduction dans tous les marchés. Contrairement aux thèses léni-fiantes des classiques sur le fonctionnement naturellement stable des économies de marché, la macro-économie selon Keynes se construit autour de l'idée d'une déficience profonde des économies de marché.

Cet événement intellectuel est évidemment marqué par le contexte social de l'époque. Keynes écrit sa *Théorie Générale* suite aux troubles économiques des années 1920, particulièrement en Grande-Bretagne, et en réaction directe à la crise mondiale de 1929 et à ses conséquences. La demande sociale pour une autre politique économique explique aussi le succès des idées keynésiennes. Il n'en reste pas moins important que Keynes doive se séparer de l'analyse économique telle qu'elle se pratiquait, à la fois pour rendre compte des phénomènes économiques contemporains et pour proposer des solutions pratiques.

Il y a bien sûr un certain jeu rhétorique dans ce choix d'une révolution contre la théorie économie dominante, qu'on a appelée la « révolution keynésienne » (Moggridge, 1986, p. 357-358). Cette stratégie est importante pour conquérir des positions dans les champs académique et politique, ce qui intéressait fortement Keynes (Johnson, 1971, p. 4-5).

Pour autant, la volonté de rupture de Keynes n'est pas seulement tactique. Elle se distingue en effet par les concepts et les méthodes mobilisés. Selon Joan Robinson (1973, p. 170), deux caractéristiques de la révolution keynésienne sont primordiales : « On the plane of the theory, the revolution lays in the change from the conception of equilibrium to the conception of history ; from the principles of rational choice to the problems of decisions based on guess-work or on convention. » Ces deux caractéristiques s'opposent trait à trait aux méthodes de l'analyse économique classique. Tant dans son contenu que dans sa méthode, la révolution keynésienne va à contre-courant de la théorie économique telle qu'elle se pratiquait depuis son invention.

Dans l'optique d'une analyse économique imprégnée par l'idéologie économique, la révolution keynésienne, qui place en son centre l'instabilité des économies de marché, représente un défi considérable pour l'analyse économique orthodoxe. C'est précisément ce que l'on observe pendant les décennies suivantes : le mouvement de l'analyse économique va être de circonscrire Keynes puis de le refouler. Il s'achève avec le tournant des nouveaux classiques, qui opère en grande partie un retour aux conceptions antérieures.

La radicalité de la rupture keynésienne est d'abord atténuée par la synthèse néo-classique. John Hicks cherche dès 1937 à interpréter Keynes dans un cadre néo-classique. Son modèle IS-LM fait de la *Théorie Générale* un cas particulier de l'analyse néo-classique, lorsque les salaires sont rigides. Les principaux effets keynésiens sont ensuite peu à peu minimisés. La synthèse cantonne l'analyse de Keynes au court terme ; les intuitions de Keynes sur le long terme sont oubliées (Robinson, 1967), et celui-ci redevient le terrain privilégié de l'analyse néo-classique. Dès la fin des années 1950, la sagesse conventionnelle de l'analyse économique ne reconnaît aucune contribution théorique majeure de Keynes (Moggridge, 1986, p. 357-358).

Cette intégration de Keynes dans le système néo-classique est guidée par l'idéologie (Gramm, 1973). Les éléments retenus en priorité sont en effet ceux qui interfèrent le moins avec le système de marché. Les vues de Keynes sur le long terme⁶ comme la faiblesse de l'investissement privé qui doit être remplacé par des investissements sociaux, et la diminution de la propension marginale à consommer, encouragent une politique de planification et de redistribution fiscale assez forte. À court terme, l'existence de la trappe à liquidité rend la politique monétaire inopérante, et la politique fiscale et les dépenses du gouvernement doivent assurer la relève. Avec la synthèse néo-classique, la révolution keynésienne s'édulcore au contraire en une politique monétaire qui permet de stabiliser le produit sur le court terme et laisse dans ce cadre le champ libre aux activités privées pour assurer l'efficacité du processus économique.

Dans la pratique des politiques économiques, l'incorporation des idées de Keynes commence par un accent sur la politique fiscale, tandis que la politique monétaire n'a qu'un rôle d'adjuvant pour assurer des taux d'intérêt bas sur la dette du gouvernement. Rapidement, la politique fiscale est discréditée et il revient à la politique monétaire d'assurer le plein-emploi. La politique monétaire

6. On pourra avoir un aperçu de l'écart entre la philosophie économique orthodoxe et Keynes au sujet du long terme dans l'épilogue E. Nous y étudions l'essai de Keynes, *Perspectives économiques pour nos petits-enfants*.

est la forme d'intervention qui est le moins contradictoire avec la libre poursuite des activités privées. Avec la proximité des désastres de la crise de 1929, l'interventionnisme keynésien, même réduit à la politique monétaire aux États-Unis, s'impose comme politique économique, à défaut d'y parvenir dans le champ de l'analyse économique. Même dans les pays d'économie libre, les gouvernements recourent à la planification, inspirée par les réussites des pays de l'Est et étudiée théoriquement par Oskar Lange ou Michał Kalecki. L'analyse néo-classique ne paraît plus à la hauteur de la tâche et semble marginalisée sur le plan international (Lange et al., 1970). Ces régulations parviennent à assurer deux décennies de croissance régulière en Europe et aux États-Unis. Dans cet environnement macro-économique stabilisé, les modèles macro-économétriques keynésiens, inspirés de la synthèse néo-classique, servent au gouvernement à prévoir les flux de dépenses et à faire un réglage fin des cycles. C'est ce keynésianisme, mélange d'inspiration keynésienne, de synthèse néo-classique et de compromis politique, qui est mis à rude épreuve à la fin des années 1960.

Dans le champ de l'analyse économique, de fortes contestations surgissent dans les années 1960, avec le monétarisme, animé principalement par Milton Friedman. Pour le monétarisme, la principale cause des fluctuations économiques est due aux variations de la quantité de monnaie. Les économies de marché sont des entités stables, mais elles sont perturbées par les interventions du gouvernement, qui agit par l'intermédiaire de la banque centrale qui règle la quantité de monnaie. Derrière la vision du monétarisme, on retrouve donc l'idéologie économique. On connaît les émerveillements de Milton Friedman devant le système de prix qui permet aux hommes de faire de grandes réalisations sans qu'ils aient besoin de se parler. Les capacités de coordination du système de prix s'arrêtent cependant là où commencent les grands ouvrages, tels que les centrales nucléaires ou les barrages hydroélectriques, pour lesquels les organisations industrielles s'avèrent irremplaçables.

À la fin des années 1960, l'économie américaine connaît une inflation prolongée. Pour les analystes keynésiens, il s'agit là d'un problème mineur et non rédhibitoire, il pourrait être corrigé. A tout prendre, il pourrait signifier qu'on ne peut avoir à la fois une stabilisation du cycle des affaires et des prix stables. Ce n'est là qu'un des arbitrages auxquels doit se confronter la politique. Le monétarisme va cependant transformer l'inflation en un problème mobilisant l'opinion publique. Il va réussir à en faire la mesure par lequel le système keynésien doit être jugé, et sur le plan académique, le symbole de la faillite des idées keynésiennes. Le monétarisme est dès le début perçu comme une contre-révolution, comme un retour à une ancienne idée, celle du système auto-régulateur de marchés, le socle en fait de l'idéologie économique. Les observateurs keynésiens pensent que ce mouvement un peu outrancier va rapidement rencontrer ses limites, ils n'imaginent pas qu'il sera extraordinairement puissant et prolongé et qu'il reconfigurera pour les décennies à venir et les systèmes économiques et l'analyse économique.

Le monétarisme connaît une deuxième vague, le *monetarism part ii* selon James Tobin. Le chef de file sur le plan académique est Robert Lucas. Avant de nous concentrer sur les éléments académiques, esquissons brièvement ce qu'il deviendra sur le plan politique. L'accent est mis de plus en plus sur le recul du gouvernement. Ce sera plus tard la politique de l'offre et les Reaganomics. Tobin

anticipe parfaitement ce que deviendra le mouvement dans les années 1980. Les filiations avec le mouvement contemporain du *Tea party* sont évidentes.

Les nouveaux classiques lancent sur le plan de l'analyse économique une critique extrêmement puissante des modèles keynésiens de la synthèse. Cette critique va de fait les condamner sur un plan académique ; dès la fin des années 1970, la cause est entendue, avant que dans le système économique réel, la vague de libéralisation et de dérégulation en Angleterre et aux États-Unis achève de démanteler le système de régulations de l'après-guerre.

Pour rentrer dans le détail du tournant, on peut prendre comme point de départ la célèbre critique de Lucas (1976). Lucas critique certains modèles de prévision macro-économique, dits keynésiens mais plus dans l'esprit de la synthèse néo-classique. Les économètres en charge de ces modèles estiment des relations structurelles sur des données passées et s'en servent comme base pour leurs prévisions. Avec le temps et donc une plus grande quantité des données, la qualité des estimations devrait s'améliorer et les relations structurelles se préciser. On constate au contraire que les relations sont constamment amendées, comme pour s'adapter à un contexte changeant. De plus, note Lucas, les prévisions sont généralement correctes à court terme, mais elles divergent à long terme de la réalisation effective.

Ces modèles macro-économiques ne peuvent donc pas être utilisés pour apprécier les effets d'un changement de politique économique. Lucas donne la raison théorique suivante. Les modèles estiment des relations qui incorporent un certain comportement des agents économiques. Un changement de politique économique crée une situation nouvelle et modifie les comportements des agents, alors que les modèles économétriques les tiennent implicitement pour semblables à la situation précédente. L'utilisation de ces modèles conduit donc systématiquement à des erreurs.

L'argument de Lucas paraît tout à fait sensé. Les relations économétriques n'ont peut-être pas le degré de stabilité qu'on leur attribue, et dans ce cas, elles ne peuvent pas être utilisées pour de la prévision de moyen ou long terme, surtout si elles sont très sensibles aux politiques économiques. Si ce diagnostic apparaît fondé, l'échappée hors des apories de la prévision l'est moins. On pouvait envisager que ce diagnostic conduise les économistes à renoncer complètement aux prévisions, ou du moins à les limiter et à ne faire usage que des relations structurelles les plus solides. L'analyse économique aurait pu alors se rapprocher des autres sciences sociales en se consacrant à l'analyse *post-factum*, c'est-à-dire à la compréhension et l'explication des faits passés. Les modèles macro-économétriques keynésiens avaient échoué sur des questions empiriques, on pouvait s'attendre à ce que la critique de Lucas conduise à approfondir les bases empiriques des modèles pour tenter de remédier, dans la limite du possible, à ces insuffisances. Lucas propose un tout autre chemin ; c'est celui-ci que l'analyse économique suivra.

Dans sa critique, Lucas insiste sur l'opposition entre la théorie de la politique économique, celle qu'il assigne aux modèles macro-économétriques keynésiens, et la théorie économique. Les modèles keynésiens échouent dans leurs prévisions parce qu'ils ne se fondent pas sur des bases théoriques suffisantes ; le salut pour la prévision consiste à retourner à la théorie économique. Lucas montre

comment, en incorporant les décisions des agents, des modèles économiques simples peuvent permettre de prévoir les réactions à une politique économique. La construction de modèles reposant sur de vraies bases théoriques est donc la solution.

Le succès de la solution de Lucas pour la prévision macro-économique repose cependant sur l'identification du modèle correct de décision des agents et d'agrégation de ces décisions dans les variables macro-économiques. Les modèles économiques doivent être des modèles structurels vrais, c'est-à-dire dont la structure correspond à celle de la réalité. Ce n'est qu'à cette condition que les prévisions d'un modèle structurel (incorporant les décisions des agents) seront meilleures que celles des modèles macro-économétriques. Autrement, on n'aura fait que remplacer un modèle erroné par un autre. Or, la manière dont Lucas met en avant la théorie économique présage mal de ce qui va suivre.

Pour bien comprendre comment s'appliquera la théorie économique, il nous faut considérer le texte manifeste de [Sargent et Lucas \(1979\)](#). D'une manière suffisamment forte pour éluder toute discussion, ils réitèrent la critique de Lucas contre les modèles keynésiens macro-économétriques et leurs prévisions : « That these predictions were wildly incorrect and that the doctrine on which they were based is fundamentally flawed are now simple matters of fact, involving no novelties in economic theory. » (p. 1) Les erreurs ne concernent pas seulement les modèles macro-économétriques mais s'étendent à l'ensemble de la macro-économie telle que Keynes l'a fondée. Le défaut général de conception est clairement identifié : « since its inception, macroeconomics has been criticized for its lack of foundations in microeconomic and general equilibrium theory. » (p. 4) Les modèles keynésiens sont erronés parce qu'ils ne s'inscrivent pas dans un cadre d'optimisation dynamique, parce qu'ils ne reposent pas sur des « first principles ».

Quels sont ces premiers principes ? Ce sont les principes de la théorie économique de toujours, avec lesquels Keynes a rompu. Keynes « thought explaining the characteristics of business cycles was impossible within the discipline imposed by classical theory, a discipline imposed by its insistence on adherence to the two postulates (a) that markets clear and (b) that agents act in their own self-interest. » (p. 7) L'erreur dans laquelle Keynes a entraîné la macro-économie a été la rupture avec ces postulats. Les nouveaux classiques organisent donc un retour de la macro-économie dans le champ de l'analyse économique classique, celle que Keynes avait rejetée. Ce qui fonde l'économie pour les nouveaux classiques, ce sont ces deux postulats : le modèle de l'*homo œconomicus* et l'équilibre des marchés. Quiconque ne les respecte pas s'exclut de lui-même du champ de l'économie. La théorie économique fournit donc les principes premiers à partir desquels les modèles doivent être construits. En langage technique, les modèles macro-économiques doivent être micro-fondés dans un cadre d'équilibre général dans lequel les marchés s'équilibrent et les agents optimisent.

La profession des économistes adopte ces nouvelles exigences et la méthode des nouveaux classiques est rapidement considérée comme un des canons de l'analyse économique. La micro-fondation des modèles dans un cadre walra-

sien devient incontournable⁷. Pour expliquer le succès fulgurant de la micro-fondation, il nous faut encore faire appel à l'élément politique dans le développement de l'analyse économique, au poids hérité de l'idéologie économique. La question de la micro-fondation soulevée par les nouveaux classiques s'inscrit en effet dans une problématique ancienne, celle de l'individualisme méthodologique.

La construction des lois sociales à partir des lois individuelles est aussi ancienne que la théorie économique elle-même (Rizvi, 1994, p. 359-360). Jevons comme Mill, jusqu'à John Hicks, pensaient que les lois de la société étaient les mêmes que les lois des individus⁸. Cette croyance participe du projet politique de l'économie de construire une société transparente à elle-même, où les individus sont coordonnés par l'échange marchand. Dans cette utopie auto-régulatrice, les lois de la société (ou plutôt de l'*universitas*) n'ont pas d'existence propre. C'est pour cela que la micro-fondation à la manière de l'analyse économique se distingue de manière essentielle des sciences de la complexité, qui montrent l'émergence de spécificités au niveau macro à partir des propriétés micro. Au contraire, dans l'analyse économique, les micro-fondations de la macro-économie prennent la forme d'un réductionnisme, qui supprime toute autonomie du niveau macro-économique. Le réductionnisme est poussé jusqu'à la caricature avec l'agent représentatif. Dans cette forme majoritaire de micro-fondation, « tout se passe comme si », selon la formule consacrée, la société était semblable à un individu. Lorsque les économistes veulent échapper à ce simplisme, ils sont conduits à poser directement des lois sociales, sous la forme de fonctions agrégées de demande ou de lois distribution Rizvi (1994) — donc à expliquer le social par le social, mais ces approches n'ont pas vraiment de succès. L'individualisme méthodologique de l'analyse économique est ainsi congruent au projet politique initial, à l'idéologie économique. Ce contexte intellectuel explique que la demande de micro-fondations semble d'emblée légitime aux économistes. Il n'était cependant pas certain que la micro-fondation dût prendre la voie des nouveaux classiques.

Dans l'analyse économique de l'après-guerre, une fois Keynes incorporé dans la synthèse néo-classique, la recherche de micro-fondations des modèles keynésiens commence rapidement. La micro-fondation de Don Patinkin (1956), dans un cadre d'équilibre général walrasien avec monnaie, est une tentative connue. Mais d'autres voies étaient également explorées. Clower (1965) puis Leijonhufvud (1968) réagissent ainsi contre l'orthodoxie de l'époque qui considère les contributions théoriques de Keynes comme insignifiantes. Ils insistent sur le rôle de la monnaie comme instrument de coordination, alors que le marché walrasien suppose cette coordination résolue (dans une autre version, le commissaire-priseur réalise cette coordination). Leijonhufvud oppose « l'économie de Keynes » et « l'économie keynésienne », celle qui résulte de la synthèse néo-classique et des

7. James Tobin (1986, p. 350) s'en plaignait : « It is scarcely an exaggeration to say that no paper that does not employ the "microfoundations" methodology can get published in a major professional journal, that no research proposal that is suspect of violating its precepts can survive peer reviewed, that no newly minted Ph.D. who can't show that his hypothesized behavioral relations are properly derived can get a good academic job ». Notre impression personnelle est que les choses n'ont pas changé sur ce point.

8. On trouvera quelques-unes de ces robinsonnades qui font les délices de la critique marxiste chez Boukharine (1919, p. 47-52).

modèles macro-économétriques. Il propose un autre programme pour micro-fonder la *Théorie Générale*, d'inspiration marshallienne. Cette voie rend compte d'une caractéristique majeure de la *Théorie Générale* : le passage d'un ajustement par les prix à un ajustement par les quantités. L'économie de Keynes ne peut pas être fondée sur les hypothèses d'équilibre des marchés par les prix (Laidler, 2008). Si l'on tient absolument à micro-fonder la théorie keynésienne, il faut abandonner le cadre walrasien. Ce programme de recherche lance l'étude des équilibres à prix fixes. De nombreux macro-économistes français, comme Malinvaud, Bénassy ou Grandmont, y contribueront, avant que le programme, florissant dans les années 1970, ne soit complètement abandonné.

L'analyse économique aurait pu s'engager dans l'étude des conditions pratiques de réalisation d'un marché. Une étude empirique plus poussée aurait peut-être permis d'élucider le fonctionnement des marchés, le processus de fixation des prix, la manière dont les prix ou les quantités s'ajustent en fonction des conditions. Des études de terrain pouvaient permettre de délimiter les éléments les plus pertinents des micro-fondations walrasienne ou marshallienne. Au lieu de cela, les nouveaux classiques réaffirment les dogmes qui traversent toute l'analyse économique : le comportement optimisateur et intéressé des agents économiques (le modèle de l'*homo œconomicus*) et l'équilibre des marchés. Les nouveaux classiques sont parfaitement conscients que les modèles keynésiens doivent abandonner à un point ou à un autre l'hypothèse d'optimisation ou d'apurement des marchés (Sargent et Lucas, 1979, p. 5). Mais c'est une raison supplémentaire pour les rejeter. Ce qui importe n'est donc pas la possibilité de micro-fonder les modèles keynésiens mais la micro-fondation selon des hypothèses particulières. L'objectif des nouveaux classiques n'est pas de micro-fonder les modèles keynésiens, il est de ressusciter l'*homo œconomicus* et l'équilibre des marchés comme seuls fondements de l'analyse économique.

Les nouveaux classiques font du cadre walrasien la grammaire des modèles économiques. Ils savent que leur entreprise implique un retour aux présupposés de l'équilibre : « There is no denying that this approach is counterrevolutionary, for it presupposes that Keynes and his followers were wrong to give up on the possibility that an equilibrium theory could account for the business cycles. » (p. 8) Leur vision dominera l'évolution de la macro-économie, ce que ne parviendront pas à faire l'incertitude des post-keynésiens ou les prix fixes des descendants de la synthèse néo-classique. Cette sélection des idées pourrait être une expression du conservatisme des scientifiques, qui cherchent à préserver au maximum les hypothèses en place. L'abandon du cadre walrasien, qui constituait déjà la pierre de touche de la théorie économique, pouvait être un prix à payer trop fort pour préserver les inspirations keynésiennes. La solution des nouveaux classiques paraissait être une solution moins radicale. Nous devons néanmoins apprécier si cette adhésion au cadre walrasien n'est motivée que par des considérations scientifiques.

Il faut voir le désarroi d'un keynésien de la synthèse comme James Tobin (1986, p. 349-351) pour comprendre que la lame de fond qui submerge l'analyse économique n'a que peu de rapport avec la science. Tobin ne comprend pas en quoi les micro-fondations apportent quelque chose par rapport à la macro-économie à l'ancienne. Les micro-fondations reposent sur des hypothèses irréalistes du com-

portement des agents, des simplifications arbitraires dans l'agrégation, alors que les relations structurelles de la vieille macro-économie étaient des synthèses compactes du comportement agrégé, testables et réalistes empiriquement. Malgré cette absence de supériorité scientifique, le mouvement de fond n'en est pas moins irrésistible.

La théorie qui remplace les explications keynésiennes des cycles économiques est en effet très marquée sur un plan politique. Rappelons que tout le propos est d'expliquer le cycle économique comme un phénomène d'équilibre intertemporel. L'explication du monétarisme deuxième période repose sur la difficulté des agents à connaître les prix réels, c'est-à-dire le pouvoir d'achat de la monnaie. Les agents calculent, mais ils n'ont que des informations imparfaites sur le niveau des prix. Les changements non-anticipés de la politique monétaire, c'est-à-dire une action arbitraire du pouvoir politique, provoquent alors des fluctuations de l'activité. La corrélation entre un produit plus élevé et l'inflation ne peut pas être utilisée par un gouvernement pour augmenter de manière permanente le produit. Car un changement anticipé est rendu inopérant par l'hypothèse des anticipations rationnelles. La théorie monétaire du cycle selon les nouveaux classiques est classique, « both in its adherence to the classical theoretical postulates and in the nonactivist flavor of its implication for monetary policy » (Sargent et Lucas, 1979, p. 9). Elle retrouve donc les vieilles habitudes de l'analyse économique à l'ancienne, dont Keynes avait eu tant de mal à se détacher. Les implications politiques sont exactement celles que Keynes avait combattues : « any explanation of this general type must imply severe limitations on the ability of government policy to offset these initiating changes » (Sargent et Lucas, 1979, p. 10).

Alors que les fluctuations macro-économiques étaient considérées auparavant comme une manifestation flagrante des déséquilibres, la théorie des nouveaux classiques voit les cycles comme des phénomènes d'équilibre. Lors d'un cycle, et même si le niveau de chômage est très important, l'économie est à l'équilibre. Pour Sargent et Lucas, c'était une faiblesse des théories antérieures de ne pouvoir expliquer le cycle des affaires en termes d'équilibre ; leur exploit théorique est justement d'avoir représenté le cycle des affaires comme un phénomène d'équilibre. Dans ce mouvement, il faut bien voir que c'est le sens même du terme « équilibre » qui change. Si même ce qui apparaissait à l'évidence comme un déséquilibre devient par un miracle analytique un équilibre, alors l'équilibre des marchés devient une notion infalsifiable. C'est le processus d'ajustement des marchés et de convergence vers l'équilibre qui disparaît.

Les hésitations de Sargent et Lucas donnent un indice assez sûr de cette redéfinition en cours. Le nouveau sens se cherche. De manière assez caractéristique, l'équilibre des marchés est présenté de façon fluctuante. D'une part, il est un simple postulat qui n'a d'importance que par les conséquences empiriques que l'on peut en tirer, selon la fameuse méthodologie de l'« économie positive » de Milton Friedman. D'autre part, il est présenté comme un principe de cohérence de la réalité, que l'on ne peut ni infirmer ni confirmer, une structure primordiale qui s'impose aux données économiques. Ce dernier point est d'une importance capitale, mais nous devons reporter sa discussion à l'examen du modèle d'équilibre général d'Arrow-Debreu, dans la prochaine section.

Il est intéressant de voir que l'explication des cycles promus par les nouveaux classiques, celles d'une explication monétaire, va faire long feu. De l'aveu même de ses promoteurs, les variations monétaires ne peuvent pas rendre compte des fluctuations de l'activité. Avant même le discrédit définitif de l'explication monétariste, la théorie du cycle est prise en charge par un autre groupe de nouveaux classiques, autour de Prescott : c'est la théorie des cycles « réels ». Cette théorie prétend expliquer les fluctuations de l'activité par des chocs exogènes. Les fluctuations de l'activité sont alors des réponses optimales de l'économie à ces chocs, et bien sûr toute tentative de limiter les fluctuations ne fait qu'empirer la situation. L'économie de marché est, selon cette théorie, une entité parfaitement régulée qui s'adapte de la meilleure façon possible aux événements extérieurs. Ces chocs qui déterminent les fluctuations de l'activité sont dans les versions les plus simples des chocs sur la productivité générale des facteurs. Rappelons que la productivité générale des facteurs n'est rien d'autre que le résidu de Solow. La théorie des cycles réels interprète ce résidu comme la mesure d'une entité véritable nommée technologie. Les variations de la technologie (mais quelles sont-elles ? découvertes ? inventions ? Affectent-elle l'économie entière ? un secteur ? une entreprise ?) sont censées expliquer les variations de l'activité. Si l'on en croit les analyses du chapitre 3, ce résidu n'est cependant rien d'autre qu'un artefact statistique⁹. On essaye donc d'expliquer les fluctuations par un résidu lui-même engendré par les fluctuations. Théorie remarquable effectivement !

Par rapport aux théories monétaristes, la théorie des cycles réels réalise une prouesse remarquable sur le plan de l'idéologie économique : elle réduit de plus en plus les défauts du système de marchés (Janssen, 1991, p. 693-694). Elle supprime résolument toute imperfection de marché ou d'information dans son explication. Elle pousse à l'extrême les présupposés de régularité déjà attribués au système de marchés par les premiers nouveaux classiques. L'économie est donc de plus en plus proche d'un chemin optimal duquel une intervention politique ne peut que la faire dévier.

L'approche des cycles réels continue d'influencer grandement le débat sur les cycles économiques. C'est elle qui a formé le langage et les méthodes aujourd'hui utilisés par les modèles DSGE qui se veulent le socle commun des macro-économistes. La puissance et la persistance des transformations induites par le tournant des nouveaux classiques pourraient se comprendre comme le fonctionnement de la science normale. Les nouveaux classiques auraient permis d'atteindre des explications plus fermes des phénomènes. Le triomphe de leurs conceptions serait à la mesure de la supériorité de leur approche scientifique.

Une explication aussi simple, par les qualités supérieures des travaux, est toutefois sujette à caution. La supériorité scientifique des nouveaux classiques n'est pas vraiment reconnue par tous. Un certain nombre de figures historiques de la macro-économie sont restées sidérées devant ce mouvement. Nous avons vu Tobin ne pas comprendre l'engouement pour les méthodes des nouveaux clas-

9. Peu convaincu par la théorie des cycles réels, Blanchard (2009, p. 9) prétend que « les mouvements de haute fréquence de la productivité totale des facteurs agrégée doivent être dus à des erreurs de mesure ». Il n'y a en fait pas d'erreur de mesure : la productivité totale des facteurs agrégée n'est pas une chose que l'on peut mesurer, ce n'est qu'une construction statistique (cf. 3.3.3).

siques. Le macro-économiste français Edmond Malinvaud n'adhère pas non plus à la réduction de la macro-économie à la micro-économie walrasienne. Il ne pense pas que l'équilibre général d'Arrow-Debreu soit le cadre pertinent pour traiter les problèmes macro-économiques, ou même la croissance économique (Krueger, 2003, p. 190). Il y a une spécificité de la macro-économie, qui est irréductible au cadre walrasien. Cependant, les modèles de déséquilibres qui ont les faveurs de Malinvaud ont à peu près disparu.

Robert Solow lui-même, dont les travaux ont beaucoup contribué à l'hégémonie néo-classique sur l'étude du long terme (cf. 2.2.3), persiste à refuser cette approche des phénomènes économiques du court terme. Il ne reconnaît pas non plus la supériorité des micro-fondations walrasiennes et pense que la macro-économie devrait continuer de procéder à l'ancienne, tant que les véritables micro-fondations ne sont pas établies (Solow, 1986, p. 196-197)¹⁰. Plus récemment, il critiquait encore l'approche des nouveaux classiques, sous la forme des modèles DSGE :

There has always been a purist streak in economics that wants everything to follow neatly from greed, rationality, and equilibrium, with no ifs, ands, or buts. Most of us have felt that tug. Here is a theory that gives you just that, and this time "everything" means everything : macro, not micro. The theory is neat, learnable, not terribly difficult, but just technical enough to feel like "science." Moreover it is practically guaranteed to give laissez-faire-type advice, which happens to fit nicely with the general turn to the political right that began in the 1970s and may or may not be coming to an end. (Solow, 2008a, p. 245)

La supériorité scientifique des nouveaux classiques ne va donc pas de soi. Leur succès constitue un phénomène intellectuel intéressant à expliquer. Dans un essai consacré à une comparaison des conceptions de Keynes et de Lucas, Blinder (1987, p. 135) se demande pourquoi les nouveaux classiques choisissent les « premiers principes » qui sont les leurs : la rationalité de l'*homo œconomicus* et l'équilibre des marchés. Pour lui, « it is far from clear that the particular first principles selected by new classical economists deserve to come first ». Autrement dit, les « premiers principes » ne sont en rien « premiers » de manière évidente. Le qualificatif de « premier » naturalise le choix derrière l'adoption de ces principes.

On fait un progrès supplémentaire lorsqu'on remarque que ces premiers principes sont choisis non pas pour leur pertinence empirique ou leur réalisme mais parce que ce sont les principes sur lesquels l'analyse économique s'est toujours construite. Cette continuité des éléments analytiques, en dépit de toutes les possibilités de bifurcation jamais réalisées, en dépit de la révolution keynésienne, qui a presque abouti avant d'avorter, est l'énigme de l'économie politique : « the puzzle of why it is that economists have continued for so long to use models with false assumptions, and indeed with the very same false assumptions, not just for

¹⁰. À un quart de siècle de distance, c'est la même solution que propose Blanchard (2009, p. 33-35) : on ne devrait construire un modèle d'équilibre général qu'avec des éléments micro-économiques qui ont été validés indépendamment. Mais la pratique procède toujours dans le sens inverse, en commençant par l'équilibre général.

decades, but for more than a century, even though they purport to be engaged in an attempt to understand the world. » (Rosenberg, 1978, p. 683)

Plusieurs économistes ont buté sur cette énigme de l'économie politique, sans jamais la résoudre complètement à notre avis. Georgescu-Roegen a ainsi relevé le dogme mécaniste qui anime l'économie, celui d'individus se mouvant comme les atomes d'un gaz parfait. Il s'est étonné de la persistance de ce dogme sur plus d'un siècle, alors que la physique, et notamment la thermodynamique, avaient depuis longtemps discrédité la toute-puissance de la dynamique¹¹, mais il n'en fournit pas d'explication, si ce n'est la paresse d'esprit des économistes.

George Akerlof (2007) a rendu compte de façon très efficace des modifications subies par la macro-économie entre le début des années 1960 et la fin des années 1970, que nous avons appelées « le tournant des nouveaux-classiques ». Ce tournant se signale par la découverte de cinq neutralités qui anéantissent les résultats de Keynes. À un niveau théorique, les politiques keynésiennes sont frappées d'inanité. Ces neutralités ne sont pas motivées par des résultats empiriques, qui tendraient plutôt à les contredire mais bien par des raisons théoriques, qui découlent de l'adoption des postulats des nouveaux classiques. Pour Akerlof, le succès du tournant des nouveaux classiques s'explique par l'adhésion des économistes au raisonnement *a priori* et à la méthodologie « positive » de Friedman.

Si la méthodologie constitue indéniablement un facteur de la réussite des nouveaux classiques, l'inconvénient de cette explication est de ne pas rendre compte de la continuité des postulats utilisés par les économistes sur cette période, continuité mise en avant par les citations précédentes. En effet, ni le raisonnement *a priori* ni la méthodologie « positive » n'excluent de partir d'autres postulats que ceux de la rationalité de l'*homo œconomicus* et de l'équilibre des marchés. Ces méthodologies ne déterminent pas le contenu des hypothèses de départ. Le fait que ces hypothèses de départ soient toujours les mêmes et que d'autres hypothèses, un temps considérées, soient finalement rejetées, nous incite à chercher un élément qui (sur)détermine les hypothèses fondatrices de l'analyse économique néo-classique.

Pour nous, cet élément additionnel est l'élément politique dans l'analyse économique. C'est la continuité de l'idéologie économique qui explique la continuité des hypothèses sur laquelle se fonde la théorie économique. L'idéologie économique imprègne de manière persistante la théorie économique et constitue le cœur de son programme. Les concepts qui ne sont pas en accord avec le cœur de ce programme finissent par être marginalisés. La cohérence originelle, dès la fin du XVIII^e siècle, entre l'analyse économique et l'idéologie économique implique que cette préservation de l'idéologie économique revienne fatalement aux concepts de départ. Ce retour constant aux origines ne signifie pas qu'il y ait identité des concepts. Ceux-ci sont modifiés et infléchis, comme nous l'avons vu. Mais la structure de base reste la même : c'est la conjonction d'une théorie de l'action individuelle intéressée et d'un mécanisme de composition des comportements individuels qui assurent que les vices privés soient les bénéfices publics.

11. Des travaux de physique (la thermodynamique des systèmes hors-équilibre de Prigogine) ont été naguère mobilisés par des économistes hétérodoxes pour contester le réductionnisme atomistique de l'économie néo-classique, cf. Aglietta et Orléan (1982).

Cette structure est remarquablement stable au long de l'évolution de la théorie Économique.

La personnalité de Robert Lucas est fascinante en ce qu'elle résume exactement le mouvement que nous venons d'esquisser. Lorsque Lucas s'attaque à la macro-économie keynésienne en vigueur dans les années 1960, il a parfaitement conscience de revenir à la théorie économique de toujours. Keynes a fait dévier l'analyse économique de la voie qu'elle suivait depuis le XVIII^e siècle et Lucas la remet dans le droit chemin (Laidler, 2010, p. 48-49). Les travaux de Lucas visent à effacer ce que Keynes avait pu faire. Nous avons vu comment Lucas avait réintégré la macro-économie dans le champ de l'analyse micro-économique de l'équilibre. Les spécificités de la macro-économie étaient donc niées sur un plan analytique. Mais les recherches de Lucas vont aussi porter sur les buts normatifs assignés à la macro-économie, le plein-emploi et le lissage des fluctuations. Ce sont donc non seulement les outils analytiques mais aussi les objectifs de la régulation macro-économique que Lucas va affaiblir.

Le premier temps concerne le chômage. La notion même de chômage involontaire est un non-sens pour Lucas. Le chômage n'est pas un état, c'est un processus actif et volontaire. Celui qu'on appelle chômeur est engagé dans un processus de recherche d'emploi. Si à la fin de la journée, un chômeur n'a pas trouvé d'emploi, c'est parce qu'il a choisi de ne pas entrer dans l'emploi. La poursuite de sa recherche, pour trouver une meilleure position à un meilleur salaire, lui procure plus de gains, à moins qu'il ne jouisse du loisir qu'il s'accorde ainsi. En accord avec cette vision d'une omniprésence des choix individuels, dans les modèles de fluctuations inspirés des nouveaux classiques, ce sont les individus qui choisissent ou non de travailler.

Le second temps concerne les fluctuations de l'activité économique. Lucas montre que le coût des fluctuations macro-économiques est faible et que leur lissage à travers des politiques contra-cycliques de soutien à l'activité n'est pas justifié. Il détermine la consommation présente que serait prêt à céder un agent représentatif pour voir abolies les fluctuations. Cette quantité est très faible et c'est la principale justification de Lucas pour dire que le coût des fluctuations en bien-être est négligeable. Ici, la micro-fondation par le biais d'un agent représentatif est cruciale. On peut en effet adopter une formulation alternative où les individus n'éprouvent du bien-être qu'à partir d'un seuil de revenu et où les fluctuations de l'activité touchent uniquement un segment de la population, qu'elles privent entièrement de revenu, au lieu d'affecter à la marge un agent représentatif. Les conséquences en termes de bien-être sont radicalement opposées (Blinder, 1987, p. 134). Cela n'empêche pas Lucas de continuer à soutenir, avec des raisonnements plus sophistiqués, que les fluctuations sont d'une importance dérisoire pour le bien-être d'une société. Récemment, il estimait à un vingtième de pourcent de consommation nationale le coût des fluctuations (Lucas, 2003).

Lucas suit donc une ligne parfaitement cohérente qui abolit l'héritage intellectuel et politique de la crise de 1929. La macro-économie, issue de la *Théorie générale* de Keynes, n'a plus aucune légitimité, ni dans ses spécificités théoriques, ni dans ses objectifs pratiques. Lucas est ainsi amené à délaisser le terrain des cycles et à s'intéresser à la croissance. La politique économique doit se consacrer non pas à la correction des fluctuations mais à l'accélération de la croissance. Et la

meilleure des politiques est encore de ne rien faire, car pour Lucas la croissance est le simple produit des forces de marché (Snowdon et Vane, 1998, p. 134-135).

7.3.3 *La méthode axiomatique*

Dans une discipline qui se veut scientifique, la mise en évidence d'un élément politique persistant et moteur est un problème. Comment l'élément politique, le souci de conserver l'idéologie économique, peut-il guider le développement d'une science, qui est basé sur un principe de réalité ? Remarquons que si l'on se souvient que l'économie forme la réalité à sa manière (cf. 6.4.4 et les théories sur la performativité de l'économie (Callon, 1998 ; Brisset, 2012)), l'objection ne paraît plus si grande. L'analyse économique pourrait très bien participer à la conformation progressive du monde à l'idéologie économique, puis retrouver au moyen d'études empiriques des éléments de la réalité qu'elle aurait elle-même créée. C'est là une question que nous n'aborderons pas. Cette piste mériterait toutefois d'être étudiée plus avant. Prise comme seul élément d'explication de la persistance de la théorie Économique, elle reviendrait à dire que le monde réel se conforme de plus en plus à la théorie Économique, que l'écart entre le monde et la théorie se réduit parce que le monde se rapproche de la théorie. Si un phénomène de cet ordre est vraisemblablement à l'œuvre, il ne peut être le seul élément explicatif.

La théorie Économique comporte en effet des écarts systématiques avec la réalité, en particulier dans les concepts utilisés. Ces concepts, comme les fonctions de production, les fonctions d'utilité d'agent représentatif ou l'apurement systématique des marchés, n'ont pas de contenu empirique. Ils ne sont pas performatifs et ne peuvent l'être mais l'analyse économique continue de les mobiliser. Il faut donc chercher une explication d'un autre ordre, qui a trait au mode de raisonnement de l'analyse économique, à sa méthodologie même. Nous cherchons à montrer comment la méthodologie économique a évolué de manière à affaiblir considérablement la sanction des données empiriques. Nous avons rencontré à de nombreuses reprises la dématérialisation de l'analyse économique. Nous cherchons ici à démontrer comment les évolutions méthodologiques ont rendu possible cette absence de pertinence empirique dans de larges pans de l'analyse économique. Nous nous attacherons particulièrement au domaine de la rationalité et de l'équilibre des marchés, qui forment les deux postulats définissant l'analyse économique standard.

Nous ne prétendons pas qu'il n'y a pas de recherches empiriques. Celles-ci sont au contraire très nombreuses. Ce qui est frappant, en revanche, c'est que la théorie Économique semble peu se nourrir de ces recherches empiriques (cf. chapitre 1). Il y a un refus systématique d'accepter l'intervention dans l'analyse d'éléments empiriques. La théorie Économique est étonnamment stable, et son évolution ne paraît pas influencée par les découvertes empiriques. Nous commençons par documenter ce refus d'incorporation des phénomènes empiriques, avant de montrer comment une telle pratique épistémologique est possible.

Refus de l'empirie

Ayant déjà beaucoup disserté sur les phénomènes macro-économiques, nous documenterons le refus de considérations empiriques au sujet de l'*homo œconomicus*, dans la théorie de la décision.

L'économiste Herbert Simon a étudié précisément les processus de décision dans l'entreprise. Il a été conduit à changer le modèle de rationalité de l'*homo œconomicus* en un modèle de rationalité procédurale. Il met en évidence une rationalité limitée, qui se traduit notamment par le découpage d'un but en sous-objectifs et la recherche d'une solution suffisante plutôt qu'optimale. Les raisons pour lesquelles l'être humain procède ainsi sont claires :

the elaborate organizations that human beings have constructed in the modern world to carry out the work of production and government can only be understood as machinery for coping with the limits of man's abilities to comprehend and compute in the face of complexity and uncertainty (Simon, 1979b, p. 501)

Ce sont donc exactement les mêmes raisons que celles qui motivaient la révolution keynésienne : l'incertitude, et donc l'incapacité à prévoir le futur, et la complexité, et donc la difficulté à isoler les causes et à prévoir les conséquences dans un système agrégé. À la fin des années 1950, on pouvait penser, écrit Simon dans son discours Nobel, que les résultats étaient suffisamment solides et les preuves suffisamment convaincantes pour que l'économie s'engage dans la voie de la rationalité limitée. Or il y a eu une réaction forte des néo-classiques pour préserver le paradigme de la rationalité (Simon, 1979b, p. 503-506). Cette réaction consistait à dire que les décisions apparemment sous-optimales étaient en fait optimales au regard d'un calcul des coûts et des avantages encore plus compliqués, qui exigeait encore davantage d'informations. Les résultats de Simon ne seraient donc pas le signal d'un manque de rationalité mais au contraire la manifestation d'une rationalité encore plus grande. Les néo-classiques radicalisent donc la conception de la rationalité, et aboutissent aux anticipations rationnelles, qui forment le socle de leur attaque contre la macro-économie keynésienne. Ces débats de nature plus micro-économiques sont donc parfaitement liés aux débats macro-économiques du paragraphe précédent.

Dans cette réaction, Simon montre bien le rôle majeur du tournant mathématique pris par les théoriciens de la décision, avec notamment l'usage du modèle de l'utilité espérée de von Neumann et Morgenstern. Les raisonnements mathématiques permettent de réconcilier les faits troublants avec la rationalité parfaite « with a maximum of a priori inference and a minimum of tiresome grubbing with empirical data » (Simon, 1979b, p. 506). Les économistes s'accrochent à leur hypothèse sans avoir besoin de les vérifier : « Economists tend to start with some global assumptions as if they were handed down from the mountain by Moses. » (Simon, 1986, p. 19)

Dans la théorie de la décision, cette tendance *a priori* est toujours à l'œuvre d'après Robert Sugden (2001). Robert Sugden est une des références de la théorie des jeux, qui pose des questions assez profondes sur la rationalité telle que l'entendent les économistes. Dans son article, il décrit les différents problèmes théoriques auxquels est confrontée la rationalité dans la théorie des jeux, et analyse

le tournant évolutionniste de la théorie des jeux dans les années 1990, supposé répondre à ces problèmes. La formulation d'une théorie évolutionniste pourrait paraître bien venue et aller dans le sens d'un plus grand réalisme. Une théorie évolutionniste est assez naturellement ouverte à l'événement aléatoire qui modifie les conditions présentes et influe ainsi sur l'évolution future. Une telle théorie pourrait être une bonne modélisation du temps historique, avec une succession de courtes périodes laissant indéterminée la trajectoire de long terme (cf. 3.4.2). Or le tournant évolutionniste de la théorie des jeux n'est pas de cet ordre. Il consiste à chercher les propriétés des équilibres évolutionnairement stables, c'est-à-dire une forme d'équilibre de très long terme.

Sugden constate que l'usage de la théorie de l'évolution en biologie n'est pas cet ordre. Il est un principe de compréhension qui sert à expliquer une séquence historique donnée, mais le résultat de cette séquence n'est pas donné par la théorie. Autrement dit, le principe d'explication est un processus ; l'explication d'un fait donné repose sur une séquence historique particulière qu'il s'agit de reconstruire : en aucun cas, le fait ne doit être prévu par la théorie. L'explication mêle donc un principe, un processus de sélection, avec une série contingente d'événements. La théorie de l'évolution explique par exemple les similarités morphologiques entre l'homme et le chimpanzé par un ancêtre commun et une évolution subséquente. Ce qui compte est le processus qui mène d'un ancêtre commun à deux espèces distinctes, en fonction des pressions de sélection différentes. Comprendre l'état présent, c'est reconstruire la séquence des transformations successives.

La théorie des jeux dans sa version évolutionniste adopte une tout autre démarche. L'important n'est pas le processus de sélection mais le résultat de la sélection. Elle s'intéresse aux équilibres de long terme stables, elle identifie les formes les plus performantes à long terme. Son explication n'est pas constituée par la reconstruction de la séquence évolutive, mais par la correspondance entre les formes observées et les formes les plus performantes. Appliquée par analogie à la morphologie des espèces, la théorie des jeux dans sa version évolutionniste reviendrait à chercher la morphologie la plus adaptée à chacun des environnements des espèces. En substance, elle conduirait à conclure que les morphologies des dauphins et des poissons devraient être similaires¹².

La théorie de l'évolution en biologie est parfaitement compatible avec l'histoire. L'histoire naît de la contingence des épisodes de sélection (Gould, 1991) et c'est pour cette raison que la théorie de l'évolution ne peut être qu'un mécanisme explicatif qui s'applique à des faits empiriquement découverts. Elle reconstruit et ordonne une série de faits révélés par la paléontologie, elle ne prévoit pas le cours de l'évolution.

12. On peut prendre une situation simplifiée pour mettre en évidence les deux modes d'explication. Soit une urne contenant une boule blanche et une boule noire. Après chaque tirage, on ajoute dans l'urne une boule de la couleur tirée. On peut voir dans la boule ajoutée une modélisation du succès évolutif des couleurs soumises à une sélection aléatoire (le tirage). Dans une perspective évolutionniste, expliquer l'état final de ce système, c'est simplement connaître le mécanisme de remise et reconstituer la chronique des événements aléatoires qui ont conduit à l'état actuel. Dans la perspective économique, ce serait de s'intéresser à l'état final qui a la plus forte probabilité d'occurrence (explication qui dans le cas présent ne mène rien car les états finals sont équiprobables).

Le fonctionnement de la théorie des jeux évolutionniste est tout autre : elle suppose une sorte de super-rationalité à l'échelle des temps historiques, elle ne retient que les formes ultimement les plus efficaces. Elle assimile la réalité aux résultats ultimes du processus de sélection. Cette méthode conduit à nier l'importance du matériel empirique. Alors que, dans les autres sciences évolutionnistes, les données empiriques constituent le matériel de base dont il convient d'expliquer la genèse par un processus unique semé d'éléments contingents, les données empiriques sont ainsi parfaitement déductibles de la théorie : ce sont les formes évolutionnairement stables, les plus performantes à long terme. En raisonnant uniquement sur les formes les plus adaptées, cette théorie se dispense alors de l'examen du matériel empirique. Son erreur est classique en philosophie : c'est l'assimilation du réel au rationnel.

Au moment de conclure, Robert Sugden revient ainsi sur le panorama général des évolutions de la théorie des jeux :

reflecting on this history induces a sense of unease about the seriousness of the whole enterprise. What seems to be revealed is an endemic unwillingness on the part of economic theorists of decision-making to face up to empirical questions. It seems that the most persistent feature of the theory is not any unifying explanatory principle, but a commitment to an a priori mode of enquiry. It is as if, when a line of research runs into a fundamental problem that can be solved only by empirical research, that line has to be closed down – as if it is better to conserve the formal structure of a theory and to give it a new interpretation than to conserve the questions that are being asked and to look for new ways of answering them. (Sugden, 2001, p. 128)

Ces revirements de la théorie des jeux vont dans le sens d'une préservation de la rationalité parfaite prêtée à l'*homo œconomicus*. La rationalité à l'échelle globale est même accentuée avec les équilibres évolutionnairement stables. Au lieu de reconnaître la contingence des événements historiques, et donc la possibilité d'une action correctrice, on postule que les mécanismes économiques sélectionnent les formes d'organisation les plus adaptées.

L'évolution de la méthode

Ces défenses théoriques sont facilitées par le mode d'argumentation *a priori*, comme le remarque Sugden. Ce mode de raisonnement est l'aboutissement d'un long processus d'évolution. Nous avons déjà vu le glissement au XIX^e siècle d'un raisonnement hypothético-déductif à un raisonnement déductif. Dans un raisonnement déductif, la vérité des propositions découle de la vérité des prémisses. Les prémisses de l'analyse économique passent ainsi du statut d'hypothèses à celui de vérités évidentes. Il faut dire qu'au départ, ces hypothèses conduisent à des vérités dans le domaine de l'économie pure, assez éloignée de l'économie pratique. Frank Knight voit ainsi la théorie économique comme un ensemble de vérités éternelles, valides dans la sphère des idées. Sous la pression toutefois des critiques institutionnalistes, l'analyse économique est contrainte de se rapprocher des données réelles. C'est le moment économétrique de l'entre-deux-guerre. Pour les tenants de l'économie pure, cette tentative de validation empirique est un nonsens. Knight reproche ainsi à Douglas ses estimations de fonction de production

(Biddle, 2012, p. 231-232). La théorie économique est statique et abstraite, elle n'a pas de contenu empirique et ne doit pas chercher à en avoir, mais elle n'en est pas moins vraie pour autant.

La tendance vers l'économétrie (étymologiquement la mesure de l'économie) est néanmoins suffisamment forte pour emporter les anathèmes des théoriciens purs. Elle n'est cependant pas sans danger pour la tenue de la théorie économique. Le mathématicien Cobb, qui travaillait au départ avec l'économiste Douglas, tente d'affiner les résultats avec des moyens statistiques plus poussés, mais Cobb ne parvient pas à donner un sens à ces résultats et arrête là ses recherches (Biddle, 2012, p. 225). Nous avons vu en effet dans la section 3.3.3 que la qualité statistique de l'estimation originale de Cobb et Douglas est mauvaise, et que les régressions statistiques sur la fonction de production agrégée ne révèlent aucun paramètre structurel de l'économie.

Les tests économétriques, tels qu'ils sont conçus actuellement, sont de toute façon peu contraignants. C'est toutefois la mathématisation de l'économie, ou plus précisément son axiomatisation, qui offre une protection contre les examens empiriques. La méthode déductive de l'analyse économique rencontre au ^{xx}e siècle une nouvelle façon de faire des mathématiques, et l'alliance des deux va forger une machinerie intellectuelle puissante, qui écarte les considérations empiriques. Ce point délicat va être examiné en détail. Nous nous appuyons ici particulièrement sur les travaux de Roy Weintraub (2002)¹³.

La tendance déductive de l'économie se renforce au ^{xix}e siècle, en particulier avec le tournant marginaliste. Dans les premières années du ^{xx}e siècle, un dialogue s'amorce entre mathématiciens et économistes à l'initiative de Walras, lorsque celui-ci essaie de faire reconnaître par les grands mathématiciens physiciens de l'époque la légitimité de son approche. Pour consolider son œuvre, Walras tente d'obtenir les bénédictions mathématiques de Poincaré. Mais, si celui-ci encourage l'usage des mathématiques dans la science économique, il a des doutes sur l'approche suivie par Walras. Il s'interroge pour savoir si les quantités manipulées par Walras sont véritablement mesurables. Si non, on peut postuler des quantités mesurées, mais celles-ci doivent disparaître dans les relations finales (ce qui n'est absolument pas le cas lorsqu'on écrit que le rapport des prix est égal au rapport des utilités marginales). Il constate aussi que l'hypothèse de connaissance du futur, qui sous-tend les analyses intertemporelles de Walras, est particulièrement sujette à caution. Picard reproche également à Walras de faire une mécanique « sans frottement et sans irréversibilité » (Turk, 2012). Il faut dire que Walras s'accroche à la *Statique* de Poincaré, manuel publié dans les années 1830-1840, qui ignore donc la thermodynamique tout comme les avancées de la physique de l'époque.

Face au projet de Walras, les mathématiciens s'interrogent sur le réalisme de ses hypothèses. Des remarques du même ordre sont faites lors de la présenta-

13. Weintraub considérerait probablement les vues développées ici et précédemment, notamment la nécessité d'une correspondance entre la théorie économique et la réalité, comme « an almost naive realist view of science » ou comme « childishly essentialist ». Weintraub a en effet une vue constructiviste de la science : un savoir n'a de sens que comme discours au sein d'une communauté savante. Cette vision du savoir économique est cependant intenable, car elle ne peut rendre compte de la pratique des économistes, comme le montrent leurs continuelles propositions politiques, cf. Blaug (2003, p. 152-153).

tion de thèse de Bachelier qui modélise le mouvement des prix sous la forme d'une marche aléatoire (Kirman, 2012, p. 428). Les mathématiciens de l'époque sont souvent des physiciens, et c'est particulièrement vrai pour Poincaré. La plupart n'étudient pas les objets mathématiques pour eux-mêmes mais parce qu'ils sont importants pour comprendre la réalité. Les mathématiques sont donc très proches de la physique. La rigueur des mathématiciens de l'époque est celle d'une pertinence des hypothèses, d'une adéquation entre les objets mathématiques mobilisés et la réalité décrite.

Dans les années 1920, la notion de rigueur au sein des mathématiques va subir une mutation considérable. Les raisons sont à chercher dans l'échec du programme de Hilbert et dans les problèmes de fondation de la théorie des ensembles. Les mathématiques vont se redéfinir non plus autour d'une correspondance avec les objets du monde physique, mais autour de la cohérence logique des propositions. Cet élément a bien sûr toujours été présent mais il acquiert un caractère central qu'il ne possédait pas auparavant. Désormais, les mathématiques s'organiseront autour d'axiomes et de propositions. La rigueur est définie comme la cohérence logique et non plus comme la pertinence (Weintraub, 1998). Cela signifie que dorénavant, la valeur de vérité de travaux mathématiques vient de la correction logique de la démonstration. Comme nous l'avons vu, les travaux de théorie économique suivent peu après la même pente. Lorsque Gordon (1976) oppose la rigueur apportée par de l'économie mathématique à la pertinence des modèles, trop souvent oubliée, il peut le faire parce que le sens du mot « rigueur » a changé, il est devenu synonyme de correction logique et est déconnecté de la pertinence. Mais au début du xx^e siècle, la rigueur signifiait encore pertinence. Weintraub (1998) retrace ainsi les travaux du mathématicien Volterra et de l'économiste mathématicien Charles Evans qui suivent cette ancienne tradition, et qui pratiquent une économie mathématique différente de celle que nous connaissons.

La pratique axiomatique de l'économie se répand dans l'après-guerre. Cette influence est tout à fait visible dans la théorie de la décision, qui prolonge et affine le modèle de l'*homo œconomicus*. Maurice Allais (1953) s'en inquiète dans son article bientôt célèbre, intitulé « Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : Critique des postulats et axiomes de l'école américaine ». Cet article introduit ce qu'on appellera plus tard le paradoxe d'Allais, c'est-à-dire la préférence pour la certitude en univers incertain ; d'une certaine façon, il est le précurseur des recherches en économie comportementale sur l'adéquation du modèle de rationalité utilisé par la majeure partie de l'analyse économique (cf. Kahneman (2003) pour un résumé de ces recherches plus proches de la psychologie que de l'économie). La démarche de Maurice Allais, ingénieur de formation, s'oppose en creux à la démarche suivie par les théoriciens de la décision. Allais cherche à fonder une théorie de la décision qui soit en accord avec des éléments d'observation. La préférence pour la certitude est ainsi un de ces éléments d'observation dont une théorie de la décision doit rendre compte. L'appellation, maintenant standard, de « paradoxe », ne doit pas faire écran : ce fait n'est un paradoxe qu'au regard de la théorie de la décision, qui fait dépendre la décision de la maximisation de l'utilité espérée. Que l'analyse économique ait retenu ce fait sous le nom de « paradoxe » montre assez ce qu'elle considère, du fait ou de la théorie, comme premier.

Maurice Allais montre que le critère de maximisation de l'utilité espérée n'a pas de raison d'être valable. D'un point de vue méthodologique, il critique la démarche qui conduit l'école américaine à cette théorie de la décision :

Les déductions savantes de l'école américaine ne doivent pas ici nous faire illusion. Seules, en fait, comptent les prémisses de départ et l'interprétation des résultats. L'élaboration mathématique des déductions, si complexe qu'elle puisse être, n'a pas d'intérêt en soi (si ce n'est naturellement un intérêt purement mathématique que nous n'avons pas à retenir du point de vue économique qui nous occupe ici). *En aucun cas, la complexité et la valeur scientifique des déductions ne sauraient donner une valeur scientifique aux prémisses.* (Allais, 1953, p. 517-518)

Les prémisses et les résultats ne sont justement plus discutés, comme Allais essaie de le faire. Ce qui semble compter avant tout n'est pas la pertinence des axiomes mais les traitements mathématiques à partir des axiomes de base :

Dans tous les cas, la beauté esthétique de la construction mathématique très générale, fondée sur ses axiomes, a détourné l'école américaine de l'examen du véritable problème. [...]

Le souci d'une généralité formelle excessive a finalement obscurci la question de la psychologie du risque et a détourné l'attention de ce qui était véritablement important. Il est extrêmement symptomatique à cet égard, que dans tous les mémoires américains concernant la formule de Bernoulli, la presque totalité des développements soit consacrée à l'élaboration des conséquences mathématiques des axiomes, alors que leur discussion est simplement réduite à quelques lignes. (Allais, 1953, p. 544)

L'important devient la démonstration, le passage des axiomes aux propositions : comme pour les mathématiques, la valeur de vérité des travaux n'est plus mesurée à la pertinence, à l'adéquation au réel, mais à la correction logique, à la validité interne des preuves mathématiques. À cette époque, au lieu de privilégier la mesure des phénomènes économiques, le journal *Econometrica* publie de plus en plus d'articles purement abstraits, dont l'intérêt ne réside que dans la qualité de la preuve mathématique.

On assiste donc à une transformation assez profonde de l'analyse économique. Cette transformation est encore plus notable dans la grande réalisation, selon les critères actuels, de l'analyse économique de l'époque : le modèle d'équilibre général d'Arrow-Debreu.

Kenneth Arrow et Gérard Debreu arrivent par des chemins différents et avec des motivations variées à l'idée centrale de leur article de 1954 : la perception de l'existence de l'équilibre général comme un problème de point fixe auquel peuvent s'appliquer les techniques d'analyse convexe. Arrow cherchait à combler un vide dans la théorie parétienne de l'équilibre compétitif, celui de l'existence, Debreu cherchait avant tout à formuler des hypothèses très générales sous lesquelles est valable un théorème de point fixe. Leur collaboration, essentiellement épistolaire, donne lieu à une série de compromis entre les deux approches (Düppe, 2012). Sous la pression de Debreu, les interprétations économiques sont

peu discutées, la structure logique – hypothèses, lemmes et théorèmes – est mise en avant; sous la pression d'Arrow, les hypothèses ne sont pas trop générales et les analyses économique et mathématique sont enchevêtrées dans l'article. Chacun poursuivant un but différent, l'interprétation du résultat (la preuve d'existence d'un équilibre) ne sera pas discutée entre eux. La postérité de cet article sera davantage celle que voudra lui donner la théorie Économique que l'intention des auteurs.

Pour Arrow, l'équilibre général est quelque chose qui s'applique (ou devrait s'appliquer) aux économies réelles. Il essaie de ne pas trop élargir les hypothèses pour que celles-ci soient réalistes et envisage de les tester. Arrow poursuivra ces travaux en cherchant à appliquer l'atteinte de l'équilibre par un processus de tâtonnement, ce qui conduira à une impasse. C'est donc essentiellement Arrow qui donne un contenu économique au modèle, avant de prendre ses distances avec ce type d'approche dès les années 1970. Pour Debreu, l'équilibre est une structure de l'économie. C'est l'analogue des structures que Bourbaki mettait en avant dans sa nouvelle façon d'envisager l'enseignement des mathématiques. Gérard Debreu a reçu une formation mathématique dans un bain bourbakiste. Alors que son maître en économie, Maurice Allais, adoptait parfois un regard critique sur l'usage des mathématiques en économie, Debreu en arrivant à la Cowles Foundation va reprendre le pli bourbakiste, c'est-à-dire le pli de la généralité maximale et du souci de la rigueur logique, comme il se doit en mathématiques à cette époque. Debreu ne se sent pas concerné par les interprétations économiques de l'équilibre général. Par la suite, il refusera à plusieurs reprises de les discuter (Weintraub et Mirowski, 1994). Pour lui, le modèle est indéterminé, et c'est ce qui en fait la richesse. L'équilibre général est une sorte de structure fondamentale de l'économie, celle qui permet de parler de prix. Le lien avec la réalité n'est pas un problème. Au cours de la rédaction de l'article, qui concerne l'interprétation économique, les résultats mathématiques plus généraux de Debreu étant réservés pour une autre publication, Debreu propose tout bonnement de supprimer la preuve mathématique de l'existence de l'équilibre, inessentielle pour les considérations économiques. Arrow l'eût-il accepté, l'analyse économique aurait peut-être pris un autre tournant.

Cet alliage bancal, l'évolution de l'analyse économique le transforme, à partir des années 1970, en monument : l'équilibre général d'Arrow-Debreu. Il symbolise deux choses.

D'une part, il représente les standards de rigueur dorénavant exigibles en analyse économique théorique. Du fait de la présentation des hypothèses et de l'absence de discussion des interprétations, ce qui compte c'est la correction logique des preuves qui lient les hypothèses aux théorèmes, et non une certaine adéquation entre les hypothèses (ou les résultats) et la réalité. Nicholas Kaldor (1972, p. 1237), par exemple, s'étonne de cette nouvelle façon de faire de l'analyse économique : « By the term "explanation" Debreu means a set of theorems that are logically deducible from precisely formulated assumptions », mais alors le terme « explication » doit être compris « in a purely logical and not in a "scientific" sense ». L'équilibre général d'Arrow-Debreu est donc un élément important dans ce que Mark Blaug (2003) appelle la « révolution formaliste », et que nous préférons nommer « tournant axiomatique ».

D'autre part, avec les nouveaux classiques, l'équilibre général walrasien devient, conformément aux intentions de Debreu, la structure dans laquelle doit se tenir toute l'analyse macro-économique. Cependant, contrairement aux précautions formalistes de Debreu, les nouveaux classiques appliquent ce formalisme avec des prétentions réalistes. Le modèle walrasien d'équilibre général devient, sous l'impulsion des nouveaux classiques, l'alpha et l'oméga de la recherche en macro-économie. Cette incorporation dans l'analyse économique à vocation descriptive s'effectue en dépit des conclusions plutôt négatives du programme de recherche dès le début des années 1970, que ce soit du côté d'Arrow avec l'échec de la formalisation du tâtonnement, ou du côté de Debreu avec les résultats de Debreu-Mantel-Sonnenschein. Nous avons vu alors à quelles contorsions (fonction de production agrégée, agent représentatif) se livrent les nouveaux classiques pour faire malgré tout de l'analyse macro-économique dans un cadre d'équilibre général intertemporel.

La théorie de l'équilibre général conduit donc la théorie Économique à insister sur la rigueur logique. Les travaux macro-économiques concernant le système économique réel sont malgré tout réalisés à l'aide d'artefacts de modélisation. Paradoxalement, la théorie la plus complexe de la science économique réduit la macro-économie à n'être qu'un problème trivial d'optimisation intertemporelle pour un seul agent.

L'axiomatisation

Tout ceci concourt à faire de la théorie Économique une science axiomatique. Les axiomes fondamentaux sont la rationalité maximisatrice des agents et l'équilibre des marchés. Les recherches en analyse économique consistent alors à explorer les conséquences de ces axiomes dans différents contextes, spécifiés par des hypothèses ancillaires, qui, en fonction des époques, sont acceptées, pour certaines, ou réputées *ad hoc*, pour d'autres. Nous voudrions insister ici sur la différence avec la formalisation. La formalisation consiste à organiser un résultat sous la forme d'une déduction logique, en spécifiant les hypothèses qui conduisent au résultat. Elle transforme par exemple un discours littéraire en une série d'équations et reproduit le raisonnement sous la forme d'une manipulation des relations symboliques. La théorie Économique est formelle en ce sens-là, mais pas seulement. En effet, dans la formalisation, toutes les hypothèses sont *a priori* admissibles. La théorie Économique accorde au contraire un statut privilégié à deux hypothèses : celles de la rationalité des agents et de l'équilibre des marchés. Ces hypothèses sont constamment mobilisées, comme nous l'avons vu, et on aurait de la peine à expliquer cette récurrence si l'on tenait à considérer l'économie comme une simple formalisation. Ces hypothèses ne sont pas des hypothèses comme les autres, ce sont en fait des axiomes (que l'on nomme *first principles* en anglais). Il est en pratique très difficile de considérer des hypothèses qui contreviennent directement à ces deux axiomes. La théorie Économique est une axiomatique de l'intérêt rationnel et des marchés.

L'axiomatisation est une opération extrêmement étrange. Dans les mathématiques, elle consiste peu ou prou à prendre pour définition ce qui était auparavant un résultat. De concepts qui ont été développés et affinés, dont l'expérience

a permis de tester le caractère pratique et fécond, l'axiomatisation fait un nouveau point de départ. Une bonne axiomatique rend ainsi en grande partie caducs les résultats précédents, ou plutôt elle permet de les obtenir simplement. L'axiomatique permet de faire table rase du passé et de servir de nouvelle référence. Elle apporte donc une grande simplification de l'enseignement car elle renvoie dans les poubelles de l'histoire des sciences des formalisations bancales, des concepts mal construits, des analyses tortueuses. La progression en mathématiques y est grandement facilitée, car l'étudiant n'a pas à parcourir à nouveau tout le chemin de ses aînés. Il peut se placer directement là où ils ont abouti.

La démarche axiomatique est-elle fructueuse pour la discipline économique ? On peut en douter pour deux raisons.

D'une part, alors que l'axiomatique présente les cheminements de longues analyses comme des points de départ, des définitions intangibles, les concepts économiques s'appliquent à une réalité changeante. Les concepts devraient évoluer parallèlement à la réalité qu'ils prétendent décrire. Ils ont besoin d'être adaptés aux nouvelles réalités que l'évolution des sociétés et de leur organisation économique fait surgir. En ce qui concerne l'enseignement des concepts, plus que le point d'arrivée d'une analyse, que l'axiomatique se contente de restituer, il importe de faire connaître le processus qui a conduit à ce point d'arrivée. C'est par la connaissance des économistes du passé, des analyses qu'ils ont faites en fonction des données qu'ils avaient, des tendances qu'ils n'avaient pas vues que se forme le jugement de l'économiste. C'est grâce à cela qu'il peut forger de nouveaux concepts pertinents pour les temps présents. Au contraire, l'axiomatique rend aveugle aux changements institutionnels, aux conditions historiques. Elle fait de l'économie une science atemporelle, désincarnée, immatérielle, au lieu de l'immerger dans un contexte.

D'autre part, l'axiomatique qui fonde aujourd'hui la théorie économique n'a pas été obtenue par distillation des hypothèses, processus qui ne retiendrait que les hypothèses les plus solides, soumises à une batterie de vérifications. Les axiomes d'aujourd'hui viennent directement du projet économique de réorganisation des sociétés occidentales, ils sont les descendants des solutions aux problèmes moraux et politiques de l'institution et du fonctionnement des sociétés individualistes. Les axiomes sont irrémédiablement marqués par l'élément politique de la théorie économique. Ils n'ont pas été choisis pour leur capacité explicative, ils sont l'héritage du projet politique dans lequel s'est engagé l'Occident.

Néanmoins, on ne saurait leur dénier toute pertinence. Ils se révèlent indispensables pour analyser l'utopie de la société de marché qui anime les sociétés occidentales, et donc la réalité des pays développés en tant qu'elle se rapproche de l'utopie. Les axiomes de l'analyse économique expriment parfaitement l'idéologie économique qui forme le socle des représentations sociales dominantes, ils en sont la rationalisation. Ils sont utilisés pour conformer la réalité à l'utopie et se révèlent donc utiles pour comprendre notre horizon, en tant qu'il avance vers cette « utopie ». Plus qu'une description, ces deux hypothèses forment bien plus sûrement notre avenir, celui du monde que l'économie cherche à construire depuis plus de deux siècles.

Aujourd'hui, l'Économiste avance divers arguments en faveur de cette axiomatique. Certains font appel au réalisme, au raisonnable ou à la nécessaire simpli-

fication. Celui que je voudrais discuter est de nature instrumentale. Il considère cette axiomatique comme une discipline, au sens d'un ensemble de règles imposées aux modèles. Ce type de défense remonte vraisemblablement au manifeste de Sargent et Lucas (1979, p. 7), où le terme de discipline est employé dans ce sens, comme nous l'avons vu. Il est particulièrement mobilisé au sujet d'hypothèses très répandues, mais dont le réalisme n'est pas défendable, comme les anticipations rationnelles ou la micro-fondation. Selon leur propre perception, les économistes ont besoin de règles pour limiter l'étendue des mondes possibles qu'ils explorent dans leur recherche.

On peut avoir une intuition de cette nécessité en revenant aux modèles de décision devant le risque envisagés par Allais (1953). Contestant le modèle axiomatique de maximisation de l'utilité espérée, Allais donne des exemples de modèles de décision en accord avec les principes de comportement devant le risque mis en exergue par lui. À l'examen de ces modèles, on s'aperçoit qu'il n'y a pas de règles générales, de modèles valables dans toutes les situations. Les modèles envisagés ne retiennent qu'un élément saillant de la situation qu'ils modélisent.

Allais procède en ingénieur : chaque modèle est adapté à un contexte et c'est la pertinence empirique qui justifie le modèle choisi ; les modèles pertinents sont en nombre indéfini. L'Économiste raisonne avec des *a priori* : la « discipline » de l'axiomatique dompte cette profusion, la restreint et la contraint ; tout ce qui ne correspond pas aux *a priori* de la rationalité est éliminé. Quand les économistes défendent leurs hypothèses par la nécessité de contraindre les modèles au moyen d'hypothèses respectées par tous, ils donnent, malgré eux, une image de l'analyse économique beaucoup plus proche d'un lieu de joutes rhétoriques que d'une science. La rhétorique de l'Économiste comporte un certain nombre d'arguments admissibles et un certain nombre de passages obligés. Elle apparaît comme codifiée par un ensemble de règles qui, en reprenant les études d'Elias et Dunning (2001) sur le sport, cherchent à maintenir un équilibre des tensions. Il ne faut pas que les règles soient trop laxistes, sinon tout est théoriquement possible et alors l'Économiste ne sait plus comment trier les contributions (sauf justement à faire appel aux justifications empiriques). Il ne faut pas non plus qu'elles soient trop contraignantes, sinon une production suffisante de recherche économique est impossible. Les règles qui régissent l'analyse économique doivent donc être calibrées de façon à permettre une recherche ni trop faible, ni trop importante. En fonction des évolutions de l'analyse économique, il est normal que des règles s'ajoutent ou se durcissent pour maintenir cet équilibre.

Les axiomes de la théorie Économique et les autres hypothèses qui se sont élevées à ce rang ont également un autre avantage du point de la sociologie de la discipline économique : elles permettent de définir l'identité de la théorie Économique, de séparer le « nous » des véritables économistes du « eux » des autres sciences sociales ou des économistes hétérodoxes. Elles jouent donc un rôle de cohésion important pour l'unité perçue du champ de recherche. Elles servent de séparation avec les autres sciences sociales. Les multiples règles, en particulier concernant le formalisme mathématique, font également office de barrières à l'entrée, elles limitent ainsi les prétendants au titre d'Économiste. Il faut montrer sa dextérité avant d'être accepté dans le cénacle. Tel l'écrivain de l'Oulipo qui

se donne des contraintes, l'Économiste est un fabricant de modèles qui doivent respecter les canons, la discipline de l'analyse économique.

Si tous ces éléments sociologiques jouent à des degrés divers, la constance du paradigme à travers les âges et la direction axiomatique de plus en plus accentuée demande, nous y avons insisté, une explication d'un autre ordre. Comme l'a remarqué Sugden pour la théorie des jeux, au moment où l'analyse économique fait face à des difficultés théoriques qu'elle devrait résoudre par un appel à des recherches empiriques, elle ajoute un nouvel axiome à son corpus, transformant une hypothèse *ad hoc*, qui permettrait d'escamoter des difficultés théoriques en un axiome qui participe désormais à la définition (on peut penser à l'hypothèse des anticipations rationnelles). Mais le choix de cette hypothèse s'effectue, ajoutons-nous, dans le sens qui préserve l'optimalité du processus économique, c'est-à-dire la contribution auto-régulatrice des phénomènes économiques au bien commun. Les éléments de sélection et de cohésion proprement internes à la discipline économique sont, selon nous, impuissants à rendre compte de cette régularité, si l'on y ajoute l'élément proprement politique, c'est-à-dire la congruence entre théorie Économique et idéologie économique.

La situation actuelle de la théorie Économique ne manque pas de confort pour l'Économiste. L'axiomatique offre une structure de protection assez puissante sur un plan scientifique. D'une part, elle restreint, comme nous l'avons dit, l'ensemble des mondes que les économistes explorent avec leurs exercices de pensée à ceux qui ont des propriétés désirables (rationalité des agents et stabilité des marchés). Sur un plan méthodologique, la structure axiomatique de nombreux pans de l'économie permet d'alléger considérablement le régime de la preuve. Deviennent en effet recevables toutes les déductions faites à partir des axiomes et d'hypothèses ancillaires. Le critère de vérité est celui de la cohérence logique. Le caractère scientifique de l'exercice se limite alors à la rigueur mathématique des déductions. Cela est particulièrement marqué dans les modèles théoriques de croissance (cf. chapitre 1).

D'autre part, l'intérêt de cette exploration pour l'Économiste découle en pratique de la vérité qu'il accorde aux axiomes, c'est-à-dire de la croyance que le réel fonctionne bien à la manière des axiomes. Mais le parti-pris axiomatique protège de toute discussion les hypothèses très spéciales que fait l'Économiste sur la réalité. Interrogé sur les axiomes, l'Économiste peut répondre que son travail réside dans la déduction à partir des hypothèses et que les axiomes ne sont que des hypothèses librement choisies. La fausseté de cette position est mise au jour lorsqu'on s'aperçoit que les axiomes de base ne sont jamais changés mais sont invariablement les mêmes, point sur lequel nous avons insisté à plusieurs reprises.

Pour être recevable, la méthode axiomatique doit se situer à un niveau nécessairement désincarné. La théorie Économique manipule des concepts dont l'équivalent dans le réel est au mieux flou, au pire chimérique. Le caractère indéterminé des propositions des modèles théoriques laisse place aux jeux de l'évocation (cf. 1.4.3) qui donnent, faute de mieux, une consistance aux variables des modèles. Par nature, la méthode axiomatique ne laisse aucun espace pour une discussion sur la congruence entre le modèle et la réalité, c'est-à-dire à la possibilité de soumettre l'évocation à une procédure de discussion rationnelle. Les jeux

de l'évocation ont alors libre cours et sont naturellement tournés vers l'impensé qui anime la théorie Économique, c'est-à-dire l'idéologie économique. Cette évocation est d'autant plus facile qu'il n'y a pas de mise en garde contre les valeurs implicitement portées par l'élaboration théorique.

7.4 L'ÉCONOMIE COMME CATÉGORIE DOMINANTE DE LA SOCIÉTÉ MODERNE

Résumons le panorama précédent pour éclairer les difficultés que le changement climatique pose à la société moderne.

L'Économie naît en se séparant des autres instances politiques ou sociales, mais elle est dès le départ la catégorie intégratrice des séparations modernes, l'instance qui soumet en puissance toutes les autres. Elle porte en elle une puissance d'extension qui vise à subsumer toutes les autres sphères, politiques et morales. Elle contient implicitement ses propres normes qui peuvent s'appliquer à la totalité sociale : elle peut donc se faire éthique, politique ou sociologie. Dans la société moderne, l'économie est fondamentalement ubiquitaire. De là vient le fameux impérialisme de la théorie Économique, sa capacité à coloniser les autres sciences sociales et morales.

En reprenant la notion de hiérarchie de Louis Dumont ¹⁴, on peut se représenter la société moderne de la façon suivante : diverses sphères inter-reliées, par exemple, l'économie, la politique, la morale. Parmi ces sphères, il en est une qui domine toutes les autres : l'économie, comme on vient de le dire. Cet ensemble structuré, on peut le nommer Économie, pour montrer la prééminence de l'économie dans le réseau de relations. Cela signifie que l'on peut doter notre concept d'Économie, qui relie idéologie économique, système économique de marché et théorie économique, d'une structure hiérarchique. Pris ainsi, le concept englobe donc l'ensemble de la réalité sociale. L'Économie en tant que figure hiérarchique est un condensé de la totalité sociale moderne. On aurait pu également appeler cette figure hiérarchique « société de marché », pour montrer que le marché est la forme d'intégration principale.

Notre description retrouve la tension entre « encastrement » et « désencastrement » de l'économie par rapport à la société (Polanyi, 1944). Dans la mesure où notre société est Économie, c'est-à-dire que l'économie est le niveau supérieur de la hiérarchie, l'économie est désencastrée. Au niveau des valeurs, l'Économie est prépondérante. C'est là la caractéristique fondamentale de la société moderne, ce que Dumont a appelé l'individualisme. Cependant, l'économie n'est également qu'un moment du social, et, à ce titre, elle n'agit que par les relations sociales : elle est donc encastrée. Plutôt que de se demander si l'économie est encastrée

14. Il y a plusieurs notions de hiérarchie chez Louis Dumont. Nous utilisons la plus simple, celle d'englobement du contraire. L'exemple paradigmatique est l'opposition masculin/féminin dans la langue française. À un premier niveau, le masculin s'oppose au féminin. Mais à un niveau supérieur, le masculin englobe le féminin, par exemple à travers les règles d'accord (au passage, la féminisation des noms de profession, qui tend à casser l'englobement du contraire en deux pôles antagonistes, est un mouvement tout à fait moderne). Un autre exemple de hiérarchie est la catégorie de production chez Marx. La production est un des moments du circuit économique, à côté de la distribution, l'échange ou la consommation. En même temps, l'ensemble de ce circuit est appelé Production, pour montrer que la production est l'élément majeur de cet ensemble structuré (Dumont, 1977, p. 190).

ou désencastrée, on devrait parler, de manière plus appropriée, d'économie « encastrée » ou, plus joliment, englobante. Sous la forme du système de marchés, elle a vocation à régir l'ensemble des relations sociales. La dialectique entre encastrement et désencastrement s'éclaire une fois posée en termes hiérarchiques : l'Économie englobe la société moderne.

D'un point de vue anthropologique, l'Économie est l'analogue de la religion (Loy, 1997 ; Foltz, 2007). Son rôle à elle aussi est de contenir la violence, mais dans un contexte individualiste. Les principales propositions normatives de l'Économie sont des actes de foi. La méthode de la théorie Économique évolue dans le sens d'une plus grande immatérialité, et elle finit par fonctionner en vase clos. L'équilibre général d'Arrow-Debreu que l'on voit comme la preuve mathématique de la main invisible d'Adam Smith¹⁵ et de l'harmonie naturelle des intérêts, est ainsi une construction logique dénuée de tout rapport avec la réalité.

L'importance que nous attribuons à l'Économie selon les analyses précédentes légitime notre étude du changement climatique sous cet angle. L'économie est bien une catégorie essentielle pour comprendre l'évolution des sociétés modernes, et donc leur production du problème climatique, ainsi que la réaction à sa découverte.

Les questions que soulève notre excursus dans la construction politique de la modernité ont trait aux conditions de possibilités des sociétés de marché, ou encore à la solidité de l'Économie comme hiérarchie. À quelles conditions la société de marché est-elle viable ? Cette question comporte deux volets, selon que l'on considère le niveau individuel ou le niveau social.

Vu d'en bas, l'ordre social ne tient que si tous, ou plutôt, une majorité lui donne son assentiment. Sans écarter les phénomènes de pouvoir, pour canaliser des franges de la population marginalisées et dangereuses pour l'ordre établi, l'adhésion de la population nous paraît capitale pour comprendre la persistance de la société. Comment la société de marché réalise-t-elle les aspirations de ses membres ? À travers le phénomène de croissance, c'est-à-dire l'augmentation des satisfactions matérielles disponibles pour (presque) chacun sur le marché. La croissance est la conclusion nécessaire de la recherche d'une harmonisation naturelle des intérêts. Elle est la solution pratique aux apories de la société de marché. Comme nous l'avons vu au chapitre 2, la croissance extensive nécessite de dépasser les limites des sociétés organiques. Elle le fait en accédant aux vastes réserves d'énergie fossile. La combustion de ces ressources produit des gaz à effet de serre et a pour résultat imprévu le changement climatique.

Vu d'en haut, l'ordre social est un impensé de l'idéologie économique, qui ne connaît que les individus et ignore la société. Cette faute ontologique s'exprime avec force dans le discours néo-libéral, pour lesquels, selon le mot de Thatcher, la société n'existe pas. Plus précisément, l'idéologie économique, celle de la société de marché, ne voit que l'économie dans l'Économie. Elle oublie les autres sphères, sociales, morales ou politiques. Elle s'empêche donc de penser les ré-

15. « The first fundamental theorem of welfare economics states conditions under which any price equilibrium with transfers, and in particular, any Walrasian equilibrium, is a Pareto optimum. For competitive market economies, it provides a formal and very general *confirmation* of Adam Smith's asserted "invisible hand" property of the market. » (Mas-Colell et al., 1995, p. 549, nous soulignons)

gulations nécessaires au niveau social. Plus précisément, dans l'idéologie économique, l'économie n'est plus que le lieu d'un mécanisme magique, le marché, qui est hors de la sphère d'influence des individus, et qui fonctionne de manière automatique et parfaite. Ce mécanisme oriente la résultante des actions de chacun vers le bien commun. L'idéologie économique réduit donc l'Économie à la seule économie, et l'économie à un mécanisme automatique. Pour résoudre un problème qui se pose à l'échelle de la société, comme le changement climatique, la seule solution compatible avec l'idéologie moderne est de créer un marché qui, sans rien changer aux actions individuelles, les orientera vers le bien commun.

Les mécanismes de marché ne sont pourtant pas naturels et ne tiennent que grâce à des dispositifs sociaux, dont nous avons vu quelques exemples (6.3). Ces dispositifs sont maintenus, reproduits ou modifiés par les autres sphères, en particulier par la sphère politique, c'est-à-dire l'État, en interaction complexe avec les mouvements propres de l'économie. L'économie n'acquiert son fonctionnement satisfaisant, d'apparence naturelle, que par la permanence de ces dispositifs. Dit autrement, des dispositifs spécifiques assurent et le fonctionnement des marchés et leur orientation vers le bien commun. Ces dispositifs doivent être adaptés aux situations et révisés en fonction des circonstances. C'est ici qu'intervient la théorie Économique. Elle est le discours légitime pour identifier les problèmes et préconiser les solutions. C'est à travers elle que la société moderne appréhende ses dysfonctionnements.

La prégnance de l'idéologie économique dans l'analyse économique limite la portée des outils théoriques et des discours de justification visant à modifier les dispositifs s'il s'avère que les marchés ne s'orientent pas dans le sens du bien commun. Il y a une présomption d'efficacité des marchés et d'optimalité des décisions individuelles dans un système de marchés. Cette présomption est très difficilement contestable, puisqu'elle constitue la clef de voûte de l'idéologie économique. Il existe quand même une procédure de contestation : il s'agit de montrer que l'on pourrait améliorer la situation pour tous (transformation Pareto-améliorante), éventuellement avec des transferts entre les gagnants et les perdants (critère de Hicks-Kaldor). L'analyse du bien-être se charge de ces évaluations, quand elle est fondée sur les prix de marché et non sur une norme externe.

La remise en cause du fonctionnement parfait des marchés est donc acceptée par l'idéologie économique. Elle doit cependant suivre une procédure spécifique, dans un cadre contraignant et limité. Cette procédure se fonde sur l'évaluation économique des coûts et des avantages estimés à partir d'une situation de référence considérée comme optimale. Parce que l'économie utilise un étalon taillé à sa mesure, il est beaucoup plus difficile de prouver une déficience de marché que le contraire, qui est acquis par hypothèse. Nous avons vu dans le cas du changement climatique, la plus grande faillite de marché de l'histoire, combien les coûts sont négligeables pour l'approche économique standard.

Les évolutions de l'analyse économique ont accentué cette difficulté d'échapper à la toute puissance des marchés. Les nouveaux classiques étaient guidés par l'idée d'une économie de marché fonctionnant de manière efficace et stable, une mécanique bien huilée que la moindre intervention humaine perturberait. Les économistes de profession ont accepté de se placer sur le terrain choisi par les

nouveaux classiques, celui de l'équilibre général, et de se battre avec leurs armes, la construction de modèles théoriques micro-fondés par des agents rationnels et à anticipations rationnelles. Ils l'ont fait facilement parce que l'analyse économique est marquée depuis sa naissance par l'idéologie économique et que les nouveaux classiques ne faisaient que rapprocher à nouveau de manière prononcée analyse et idéologie économiques. Les économistes étaient donc, pour la majorité, enclins, du fait de leur propre cadre de pensée, à faire leur les *desiderata* des nouveaux classiques. Ce faisant, ils ont conféré un avantage substantiel aux positions en accord avec l'idéologie économique.

En suivant les canons posés par les nouveaux classiques, les économistes ont dû payer un prix qui apparaît relativement lourd. L'analyse économique est à nouveau presque complètement alignée avec l'idéologie économique. Dénuées de contradictions internes, l'analyse et l'idéologie économiques forment une combinaison puissante, à laquelle il est difficile de résister. Cela est particulièrement visible lorsqu'on examine la réaction la plus solide au sein de l'analyse orthodoxe, celle des néo-Keynésiens. Les néo-Keynésiens, descendants directs de la synthèse néo-classique, ont tenté de retrouver certaines des leçons keynésiennes dans le cadre de l'équilibre général intertemporel. Ces résultats ont été obtenus pour l'essentiel en rajoutant des contraintes (de crédit), des frictions, des imperfections de marché, des asymétries d'information. Les conclusions intuitives d'analyses de ce genre sont alors qu'il faut mieux organiser le système de marché de façon à le rendre plus transparent, plus complet, plus fluide. Si les frictions sont responsables des déficiences du système de marchés libres, il faut alors supprimer ces frictions : plus fluide, le marché fonctionnerait mieux.

L'analyse néo-keynésienne s'approche des réalités empiriques en rajoutant des entraves et des imperfections par rapport à une situation de référence, celle de l'utopie auto-régulatrice des sociétés de marché. Elle court ce faisant le risque de suggérer comme remède normatif le démantèlement de ces barrières qui empêchent les forces du marché de produire leur vertu stabilisatrice. La convergence avec les injonctions de l'époque de fluidité, de légèreté et de flexibilité est frappante. Ces analyses entrent également en résonance avec une des caractéristiques majeures du néo-libéralisme, son constructivisme. Le néo-libéralisme se présente en effet moins comme la non-interférence dans un ordre naturel que comme l'établissement d'un ordre libéral par l'intermédiaire de l'État. Ce trait ne le distingue peut-être pas du libéralisme originel, dont nous avons vu qu'il était essentiellement utopique et qu'il visait déjà à reconfigurer la société, mais plus sûrement du laissez-faire spontanéiste de la fin du XIX^e siècle étudié par Polanyi (c'était l'époque de l'étalon-or, où les arrangements institutionnels qui soutenaient le laissez-faire étaient peu visibles). À l'ère néo-libérale, le rôle de l'État est précisément de créer les marchés qui pallieront aux défaillances des marchés, de fluidifier les dispositifs légaux, d'assurer la concurrence libre et non-fauscée, etc... Même si les néo-Keynésiens ne cautionneraient pas forcément ces politiques, l'image que leurs modèles économiques et leurs discours donnent du monde va dans le sens de ces préconisations.

Ce tournant a fourni la caution intellectuelle à la réactivation de l'utopie du système de marchés auto-régulateurs, réactivation orchestrée, entre autres, par les membres de la société du Mont-Pèlerin. Le résultat de cette poussée néo-libérale

est le vaste mouvement de privatisations, de dérégulations et d'individualisation, qui a marqué l'histoire du système économique dans les trente dernières années. Pour le changement climatique, il a conduit à laisser aux États des moyens d'action dérisoires. Pire, le retour de la mentalité de marché empêche de prendre le changement climatique au sérieux (cf. chapitre 5), puisque son existence même constitue un démenti de l'essence de la société de marché.

Conclusion

À partir du XVIII^e, les sociétés occidentales trouvent un nouveau moyen de faire société, celui de s'en remettre aux rapports économiques. Les échanges doivent assurer la cohésion, le fonctionnement et la stabilité de la société. Ce choix conduit rapidement à une multiplication des échanges et une augmentation de la production. La consommation énergétique qui accompagne cette transformation produit à terme une accumulation de CO₂ dans l'atmosphère, elle crée un réchauffement climatique. Le changement climatique apparaît être la conséquence non attendue d'un modèle socio-anthropologique particulier, celui mis en place en Occident depuis plus de deux siècles.

L'organisation sociale spécifique qui a produit ce problème, la société de marché, ne fournit cependant pas les conditions de sa résolution, bien au contraire. L'Économie, qui englobe la société moderne, verrouille toute transformation. Le système économique réel a besoin d'énergie pour fonctionner, et celle-ci est fournie dans un horizon prévisible par les combustibles fossiles ; l'idéologie économique empêche de reconnaître la composition néfaste des initiatives privées dans le cadre du marché, elle mine l'espace de discussion où une solution pourrait s'élaborer ; la théorie Économique, quant à elle, minimise la portée du problème et, en voulant maintenir l'Économie dans son indépendance et sa naturalité, fournit des solutions inadaptées. Les trois composantes de l'Économie forment un système auto-renforçant, de sorte que s'échapper de l'impasse que nous avons révélée n'est rien moins qu'évident. Il faut cependant se risquer à esquisser un chemin de sortie.

Des trois composantes, il paraît hors de portée, dans le cadre d'un travail scientifique, de pouvoir agir sur les deux premières : le système économique et l'idéologie économique. Les évolutions du système économique dépendent de forces sociales particulièrement étendues ; quant à l'idéologie économique, ses mouvements s'effectuent à faible vitesse et de manière extrêmement diffuse et, de toute façon, incontrôlable. La théorie Économique est une forteresse imprenable, renforcée par sa cohésion avec l'idéologie économique et le système du marché. L'évolution de ses méthodes l'a engagé dans un rapport dématérialisé au monde, elle s'est transformée en une tautologie logique.

Cependant, la théorie Économique, marquée par ses liens congénitaux avec les sociétés modernes, se présente comme une science. Elle doit donc malgré tout passer des épreuves de vérité et prouver qu'elle peut rendre compte des faits. Mais elle n'est pas seule à occuper ce terrain. Des écoles concurrentes du paradigme néo-classique existent, des travaux empiriques sont assez éloignés de l'idéologie économique. Le problème est que les écoles concurrentes sont marginalisées par le système institutionnel, et que les travaux empiriques continuent bien souvent à se référer à la théorie Économique, qui représente l'autorité tutélaire du savoir. La théorie Économique s'en nourrit pour passer les épreuves de vérité. Pour mettre en échec la théorie Économique, il faut détacher les savoirs empiriques de son emprise. Cela passe par une prise de conscience de l'élément

idéologique de la théorie Économique et par la fédération des alternatives derrière une nouvelle approche, qui ne serait pas congruente à l'idéologie économique. Le point de faiblesse de l'impasse conceptuelle se situe donc au niveau de la théorie Économique. C'est sur ce point précis que doivent porter nos efforts de réforme.

Esquissons quelques pré-requis d'une réorganisation de l'analyse économique, pour tenir à distance l'idéologie économique et la rendre apte à saisir ce que l'Économie ne peut voir.

Le premier temps concerne l'objet de l'analyse économique. L'objet de la théorie Économique est, selon la formule consacrée, l'allocation optimale des moyens rares pour satisfaire des fins concurrentes. Cette façon de considérer la théorie Économique étend démesurément son champ. Elle devient une science générale de l'action, une praxéologie, qui s'applique partout et tout le temps. Cette définition contient implicitement les deux figures centrales que nous avons abondamment étudiées : l'*homo œconomicus*, cherchant à satisfaire son intérêt, et le marché, moyen d'allouer les ressources quand existe un étalon pour rendre les fins équivalentes. Entendue ainsi, la théorie Économique ne peut qu'être imprégnée des valeurs de l'idéologie économique. Elle vise toujours à étendre l'efficacité du marché sur l'ensemble des relations sociales, conçues comme un complexe plat et indifférencié.

Le préalable est donc de redéfinir l'objet de l'analyse économique, puisque l'actuel nous ramène toujours vers l'Économie. Paradoxalement, Carl Menger, qui a joué un rôle de premier plan dans la naissance de l'économie néoclassique, nous offre une porte de sortie, redécouverte par Polanyi (1971).

Menger est l'un des premiers à avoir défini, dans ses *Grundsätze*, l'économie en termes d'allocation de moyens rares pour subvenir aux besoins des humains. Il est pourtant revenu plus tard sur l'universalité de cette définition. Après plusieurs années de recherche sur les économies non occidentales, il discerne dans l'activité économique deux directions. La première va dans le sens d'économiser, d'épargner quelque chose, et elle vient de l'insuffisance des moyens. La seconde va dans le sens des caractéristiques techniques de la production, indépendamment de l'abondance ou de l'insuffisance des moyens. Pour Menger, ces deux sens vont quasiment toujours de pair, mais ils proviennent pourtant de deux sources différentes. Il faut donc les distinguer. La sémantique allemande est ici éclairante. La première direction est celle du *sparend*, la seconde celle du *wirtschaftend*. En français, toutes les deux sont rendues par le terme « économie », ce qui ne nous aide guère. Mais « économie » a deux sens. Selon le Trésor de la Langue Française, le sens 1 est celui d'art de gérer (celui de l'économe dans un économat par exemple) et par extension « ensemble de ce qui concerne la production, la répartition et la consommation des richesses et de l'activité que les hommes vivant en société déploient à cet effet ». Ce sens 1 correspond à la direction *wirtschaftend* de Menger. Le sens 2 en revanche est celui d'art de réduire la dépense (comme quelqu'un d'économe). Ce sens 2 est proche de l'épargne et correspond à l'allemand *sparend*.

Polanyi a montré les hésitations de Menger sur ce point et en a révélé l'importance. Menger, conscient des difficultés de la définition de l'économie qu'il avait donnée, a refusé de republier la première édition des *Grundsätze* et prépa-

rait une seconde édition. Publiée à titre posthume, la seconde édition inachevée était deux fois plus épaisse que la première. A contrario, les disciples autrichiens de Menger, comme Hayek, n'ont jamais accordé d'attention à la seconde édition des *Grundsätze*, privilégiant toujours la première édition, où seule la direction *sparend* de l'économie est envisagée. La traduction anglaise des *Grundsätze* (de la première édition, car la seconde ne fut jamais traduite) confond même les deux sens. La difficulté vient de ce que les deux sens sont fréquemment associés. L'insuffisance des moyens de production est souvent reliée aux caractéristiques techniques de la production. Mais il n'empêche que les deux directions procèdent d'essences discordantes. L'accent mis sur la direction *wirtschaftend* donne une toute autre représentation du processus économique et permet de mieux appréhender les phénomènes économiques dans les sociétés qui ne sont pas mercantiles.

Polanyi (1957b) propose d'appeler sens formel et sens substantif les deux sens du mot économique, le *sparend* et le *wirtschaftend*. D'un côté, « le sens formel dérive du caractère logique de la relation entre fins et moyens [...]. Ce sens renvoie à une situation bien déterminée de choix, à savoir les usages alternatifs des différents moyens par suite de la rareté de ces moyens. » De l'autre côté, « le sens substantif tire son origine de la dépendance de l'homme par rapport à la nature et à ses semblables pour assurer sa survie. » (Polanyi, 1957b, p. 53) Le premier sens est le seul qui est considéré par la théorie économique.

En suivant le sens substantif, Polanyi renouvelle l'analyse économique. Cette approche se fonde sur l'observation empirique des rapports entre l'homme, ses semblables et la nature pour la fourniture des besoins. Pour l'approche substantive, l'économie est « un processus institutionnalisé d'interaction entre l'homme et son environnement qui se traduit par la fourniture continue des moyens matériels permettant la satisfaction des besoins. » (Polanyi, 1957b, p. 57) L'aspect processus suggère une analyse des moyens matériels en termes de changement d'état. Ces changements d'état sont à la fois des changements de lieu, ou des changements de main, c'est-à-dire, en termes contemporains, des changements des droits attachés aux moyens matériels. L'aspect processus permet d'introduire les aspects techniques de la production et son lien avec l'environnement. Le suivi des flux du processus économique conduit à la prise de conscience de l'insertion de l'économie dans les cycles naturels.

Polanyi insiste sur le second aspect, l'institutionnalisation du procès. Cette institutionnalisation est cruciale car elle signifie que le processus n'est pas simplement un assemblage de gestes techniques mais acquiert une dimension sociale, qui lui donne une unité et une stabilité. Le processus économique est ainsi inscrit dans des relations sociales ; inséré dans des institutions, il est relié à l'ensemble de la société.

L'approche substantiviste de l'analyse économique nous paraît adéquate pour retrouver un espace de réflexion échappant aux concepts imprégnés de valeurs de l'Économie. Il nous faut cependant réfléchir également à la mise en pratique de l'approche substantiviste dans le cadre des travaux de modélisation.

La pratique actuelle, marquée par la théorie économique, consiste à construire des modèles dont le réalisme importe peu. L'économiste pose ses propres paramètres, ceux qui sont les plus commodes pour lui, et réfléchit comme s'ils étaient

des réalités. C'est la traduction pratique de la construction d'un monde propre à l'Économie, ignorant des déterminations sociales, techniques ou environnementales. Cette modélisation hors-sol autorise alors toutes les reprises idéologiques, puisque le langage naturel et les symboles sont dissociés, comme nous l'avons vu dans le premier chapitre.

D'un point de vue substantiviste, l'analyse économique doit éviter cet écueil. D'après nous, cela passe par un retour au réalisme. Cela signifie que l'analyse économique ne doit pas imposer ses représentations privilégiées, conformes à son projet, mais au contraire prendre les représentations fournies par les autres savoirs. Ce n'est qu'à cette condition que l'analyse économique peut être un espace de dialogue et de confrontation entre les disciplines. Elle peut fournir un cadre où viennent s'intégrer les travaux spécialisés, mais en respectant leurs spécificités. De même, elle doit pouvoir représenter les acteurs sociaux, pour que ceux-ci trouvent leur place dans l'espace représenté par le modèle. Une description métaphorique, de celle que pratique la théorie Économique, ne saurait convenir.

Enfin, notre analyse des conditions épistémologiques de production de la théorie Économique a mis en évidence l'importance de disposer d'évaluations chiffrées pour limiter les divagations de l'interprétation, promptement orientées vers les valeurs de l'Économie. Il n'y a là nul fétichisme du chiffre. Les chiffres doivent pouvoir être critiqués et discutés. Ils ne représentent pas de toute façon une vérité intangible mais constituent un point d'ancrage. Ils sont une des conditions de la cohérence du discours, trop souvent oubliés.

L'importance du chiffrage des modèles, qui est nécessaire pour circonscrire les jeux de l'évocation, oblige à faire un effort de collecte de données, pour servir de base à l'évaluation des modèles. Les données nécessaires sont de diverses ordres, et pas toujours disponibles. Il faut donc engager une véritable réflexion sur les données utilisées par les économistes et produites par les statisticiens. La situation actuelle révèle une séparation des métiers qui n'existait pas à l'invention du système de comptabilité nationale, autour de la Seconde Guerre mondiale. Celui-ci fut en effet conçu par les économistes, en référence à des concepts qu'ils voulaient chiffrer.

Les économistes ont délaissé ce travail de réflexion sur les données, en partie parce que le travail statistique s'est autonomisé avec la création d'organismes gouvernementaux spécialisés, en partie parce que les économistes font appel de plus en plus aux données produites « naturellement » par les marchés. Dans la situation actuelle, où le mode de régulation des économies d'après-guerre n'existe plus, le système statistique ne peut pas répondre aux questions que l'on voudrait se poser. Il faut engager un effort comparable à celui qui a accompagné la naissance de la comptabilité nationale. Il faut en fait inventer un nouveau système de comptabilité, intégrant dans sa conception les données environnementales.

Voilà donc quelques unes des pistes de réflexions que nous suggère notre analyse des évolutions de la théorie Économique. Ce sont des conditions pour que l'analyse économique cesse d'être mise au service de l'idéologie économique et devienne précisément une instance d'observation et d'analyse des réalités. C'est un premier pas intellectuel hors de l'impasse où nous a menés l'Économie.

Épilogue : la dynamique du capitalisme

Ce qui ressemblera à la vertu – que dis-je – tout ce qui ne sera pas l’ardeur vers Plutus sera réputé un immense ridicule.

Fusées

CHARLES BAUDELAIRE

Cet épilogue poursuit les réflexions amorcées dans le corps du texte sur la nature socio-politique des sociétés de marché. L’accent est mis ici sur les pré-supposés anthropologiques, c’est-à-dire sur la structure des passions qui sont enrôlées dans le système économique, plus que sur la manière dont ces passions s’harmonisent. À partir d’une étude d’un texte de Keynes, nous allons essayer de comprendre ce qui met en mouvement l’économie et comment ce mouvement détermine la dynamique d’ensemble. Cet épilogue revisite de manière condensée le devenir de la société de marché, discuté à la fin des chapitres 2 et 5, ainsi qu’au chapitre 7.

Si l’épilogue croise en de nombreux points l’argumentation développée dans la thèse, il est suffisamment autonome pour pouvoir être présenté de manière indépendante. On peut le lire comme un récapitulatif. Mais il est également un plaidoyer *pro domo*. En reprenant un texte souvent cité mais rarement analysé, écrit par un grand économiste, John Maynard Keynes, il témoigne que les thèmes abordés dans cette thèse n’ont pas toujours été indifférents à l’économie politique. En tant qu’exercice d’histoire de la pensée économique, il offre enfin un contrepoint aux pratiques méthodologiques actuelles que nous avons analysées¹.

Avec la crise monétaire et financière que connaît l’économie occidentale depuis 2008, Keynes est à nouveau en grâce auprès de l’opinion publique. On l’associe avant tout aux politiques « keynésiennes » de relance. Les réflexions de Keynes sur l’économie ne se limitent pourtant pas à ces quelques recettes à la mode, qui trahissent sa pensée au moins autant qu’elles la perpétuent. Keynes théorisait et pratiquait l’économie comme science sociale et politique. Dans les *Perspectives économiques pour nos petits-enfants*², essai publié en 1930, Keynes cherche à penser le très long terme, de l’ordre du siècle. Il y développe sa vision de l’économie, de son fonctionnement, de ses finalités et de ses contradictions.

1. Les trois premières parties de ce chapitre reprennent un article en cours de publication (Pottier, 2014).

2. Cet essai, initialement une conférence tenue en 1928 devant des étudiants de Cambridge, paraît pour la première fois dans *The Nation and Athenaeum*, les 11 et 18 octobre 1930 ; il est repris dans *Essays in Persuasion* (1931). Les références renvoient à l’édition de M. Panoff (Keynes, 1972) ; pour faciliter le recours à d’autres éditions ou au texte original, le numéro de page est suivi du numéro de paragraphe (la première partie s’arrête au paragraphe 16, la seconde s’étend des paragraphes 17 à 47). Dans la suite, l’essai est simplement nommé *Perspectives*. Une édition française plus récente des *Perspectives* est disponible dans le recueil *La pauvreté dans l’abondance* (Keynes, 2002, p. 103–119) ; elle contient une notice de présentation.

L'occasion de revenir sur l'essai de Keynes et sa réception nous est fournie par la parution récente de *Revisiting Keynes* (Pecchi et Piga, 2008), recueil de commentaires et de contributions d'économistes contemporains sur les *Perspectives*. Des recensions ont déjà relevé les lacunes de cet ouvrage (King, 2010 ; Zinn, 2009). Plutôt qu'une nouvelle critique, nous apportons une vision complémentaire, en insistant sur des thèmes négligés par la « sagesse conventionnelle ». Contrairement à certains commentateurs (Skidelsky, 1992 ; Solow, 2008b ; Toye, 2009), nous ne considérons pas l'essai comme une fantaisie, mais comme une œuvre digne d'une attention soutenue et nous en proposons une interprétation nouvelle qui réunit des aspects jusqu'ici abordés séparément.

La première partie rappelle l'argumentation de Keynes dans son essai. Elle fait ressortir trois thèmes majeurs : la solution prochaine du problème économique, la question de l'occupation de l'homme et celle de l'amour de l'argent.

La deuxième partie examine chacune des étapes du raisonnement de Keynes en regard des critiques couramment émises. L'interprétation la plus répandue de l'essai en fait un questionnement sur le loisir offert par la hausse de la productivité. Elle opère une réduction naturaliste du sens des *Perspectives* et apparaît insuffisante.

La troisième partie montre que l'essai de Keynes est une critique du capitalisme, critique fondée sur une analyse de la dynamique et de l'esprit du capitalisme. Cette interprétation est mise en regard d'une interprétation moralisatrice de l'essai de Keynes ainsi que d'autres critiques du capitalisme. Une discussion des difficultés à accéder à cette interprétation clôt cette partie.

La quatrième et dernière partie tente d'expliquer l'échec des prédictions de Keynes. Elle nous invite à redéfinir le problème posé par l'économie en termes de modes d'institution du social. Relire les *Perspectives* à quatre-vingt ans de distance éclaire le destin économique du monde occidental et la difficulté d'en sortir.

E.1 LES *perspectives*

E.1.1 *La solution du problème économique*

Keynes écrit son essai alors que l'Angleterre est confrontée aux premières conséquences du krach boursier de 1929. Dans une première partie, Keynes rappelle, au-delà des difficultés conjoncturelles, la hausse constante du « rendement technique » (p. 127, §2) et l'augmentation du niveau de vie. Il s'efforce d'imaginer quel pourrait être le développement de la vie économique dans une centaine d'années.

Keynes adopte volontairement une vue cavalière sur le passé, dans une perspective de longue durée. Il retrace l'évolution technique à partir du néolithique. Jusqu'au XVIII^e siècle, il n'y eut pas de montée significative du niveau de vie, malgré des fluctuations locales et temporaires. Cette stagnation s'explique par « l'absence frappante de tout perfectionnement technique d'importance et l'incapacité du capital à s'accumuler. » (p. 129, §6) À partir du XVI^e, les deux phénomènes se mettent en place et Keynes souligne à ce propos le « pouvoir de l'intérêt composé » (p. 130, §10) – nous dirions : la force vertigineuse de la croissance exponen-

tielle. Par le jeu de ces deux forces, de moins en moins de travail est nécessaire pour produire la même quantité de richesse. La conséquence directe fâcheuse est le chômage technologique, celui « qui est dû au fait que nous découvrons des moyens d'économiser de la main d'œuvre à une vitesse plus grande que nous ne savons trouver de nouvelles utilisations au travail humain. » (p. 133, §15) Mais il s'agit là d'une « période passagère d'inadaptation. À long terme tout cela signifie que l'humanité est en train de résoudre son *problème économique*. » (p. 133, §16)

Dans le texte, la notion de « problème économique » n'est pas précisément explicitée. Cependant, le problème économique est rapporté à la fourniture des moyens pour satisfaire les besoins de la communauté humaine. Keynes adopte ici une approche substantiviste³ de l'économie : résoudre le problème économique signifie répondre aux besoins.

Pour écarter l'objection que les besoins sont insatiables et que, par conséquent, le problème économique est insoluble, Keynes distingue besoins absolus et besoins relatifs. Les premiers sont des besoins de base, universels ; ils sont assouvis à partir d'un certain seuil. Au contraire, les besoins relatifs viennent de la comparaison avec les autres individus, de la compétition pour gagner la prééminence sociale. Seuls ces derniers pourraient être insatiables. Après cette clarification analytique, Keynes néglige les besoins relatifs et réaffirme que « le *problème économique* peut être résolu, ou que sa solution peut au moins être en vue, d'ici à cent ans » (p. 134, §19). Cela découle de la conjonction de la finitude des besoins de base et des formidables gains de productivité du travail humain qu'il a décrits auparavant.

Pour Keynes, entrevoir l'horizon où le problème économique sera résolu offre une perspective « saisissante » car « le problème économique, la lutte pour la subsistance nous apparaissent comme ayant toujours été jusqu'ici le problème primordial et le plus pressant de l'espèce humaine. Et c'est encore trop peu dire, car ce n'est pas seulement de l'espèce humaine, mais de tout l'univers biologique depuis les premiers commencements de la vie sous ses formes les plus primitives que la recherche de la subsistance a été le problème dominant. » (p. 134, §20)

E.1.2 La perte de la finalité traditionnelle

Keynes se fait ici le porte-parole d'une origine naturaliste du problème économique, en le reliant au fonctionnement de la vie, marquée par la recherche de subsistance.

En accord avec cette vision de la Nature, l'Homme est tout entier tourné vers le problème économique : « ainsi la nature a-t-elle expressément guidé notre développement, avec tout ce que cela comporte en fait d'impulsions et de profonds instincts, vers la solution du problème économique comme tâche spécifique. » (p. 134–135, §21) La fin du problème économique entrevue par Keynes est sai-

3. Polanyi (1957b) a distingué l'approche substantiviste et l'approche formaliste. Du point de vue substantif, l'économie est un « procès institutionnalisé d'interaction entre l'homme et son environnement, qui se traduit par la fourniture continue des moyens matériels permettant la satisfaction des besoins. » L'économie dans son sens formel renvoie « à une situation de choix découlant de l'insuffisance de moyens ». La figure centrale de cette approche de l'économie, appelée aussi néo-classique ou orthodoxe, est bien sûr le marché. Nous revenons plus loin (cf. E.2.1) sur cette distinction.

sisante non seulement parce qu'elle signale un affranchissement d'une situation aussi vieille, selon lui, que l'humanité, mais surtout parce qu'elle pose un problème nouveau : « si le problème économique est résolu, l'humanité se trouvera donc privée de sa finalité traditionnelle. » (p. 135, §21) Keynes « pense avec inquiétude à la réadaptation requise de l'humanité commune qui peut se voir poussée à répudier dans quelques décennies les habitudes et les instincts qu'elle s'est assimilés depuis d'innombrables générations. » (p. 135, §22)

La suite des *Perspectives* développe les implications de ce problème nouveau et les solutions que l'auteur envisage. Les thèmes abordés doivent retenir toute notre attention : originaux et méconnus, ils sont responsables en grande partie de l'attrait du texte et de sa capacité à éclairer le présent. Leurs ambiguïtés et les tensions entre eux constituent l'énigme dont l'interprétation proposée dans cet épilogue souhaite donner la clef.

Les mieux lotis face au problème de l'abondance seront « les peuples⁴ capables de préserver l'art de vivre et de le cultiver de manière plus intense » (p. 136, §26). L'expression « préserver l'art de vivre » (*keep alive the art of life*) indique que l'art de vivre existe bel et bien mais qu'il est présentement menacé. À côté du travail, l'Homme a donc développé d'autres activités, qui échappent à la finalité traditionnelle.

Keynes oscille ainsi entre une vision naturaliste, fortement mise en avant, et une vision plus culturelle, qui affleure à de nombreux endroits. Dans cette dernière vision, plusieurs motivations et activités existent chez l'Homme, mais l'organisation sociale met l'accent sur certaines motivations ou activités, au détriment des autres. Ce balancement se retrouve dans la suite : « nous avons été entraînés pendant trop longtemps à faire effort et non à jouir. Pour l'individu moyen, dépourvu de talents particuliers, c'est un redoutable problème que d'arriver à s'occuper, plus redoutable encore lorsque n'existent plus de racines plongeant dans le sol ou les coutumes ou les conventions chéries d'une société traditionnelle. » (p. 136, §27)

Trouver à s'occuper est un problème pour l'Homme. Mais toutes les sociétés ne sont pas sur un pied d'égalité pour vaincre l'ennui. L'importance que notre société accorde à l'effort la rend moins bien équipée que les sociétés traditionnelles pour ce faire, dès lors que le travail n'est plus nécessaire. Mais la phrase suggère aussi que notre société met en œuvre un processus de déracinement, de suppression des conditions de vie traditionnelles qui résolvaient (au moins en partie) le problème de l'occupation. Cette dichotomie entre les sociétés traditionnelles et la nôtre renvoie à une lecture implicite qui serait culturelle, en opposition avec les éléments naturalistes exposés auparavant. Il est cependant significatif que Keynes ne qualifie pas le type de société dans lequel nous vivons, mais se contente de l'opposer à un type traditionnel. Nous discuterons plus loin (cf. E.3.1) ce que cache cette omission.

4. Le texte original emploie *peoples* qui signifie bien « peuples ». De manière énigmatique, H. Jacoby (1933) et de T. Demals (2002) traduisent par « gens ». Ce faux sens donne une tournure individualiste à ce qui relève pourtant d'une construction sociale. Le sens « peuples », choisi par M. Panoff, est confirmé par la phrase suivante du texte, où Keynes parle de *no country and no people*. Quand Keynes veut dire « gens », il emploie *people*.

Une solution partielle serait de partager le travail entre tous : trois heures de travail par jour devraient suffire pour donner satisfaction au « vieil Adam », qui a « besoin d'effectuer un *certain* travail » (p. 137, §29).

E.1.3 *La fin de l'amour de l'argent*

En plus de la question de l'occupation par le travail, Keynes aborde frontalement la question de l'abandon de l'amour de l'argent.

La mansuétude accordée à l'avarice se justifie uniquement parce que « la détermination et l'effort acharné des faiseurs d'argent nous transportent tous avec eux dans le giron de l'abondance économique » (p. 136, §26). En effet, « toutes sortes d'usages sociaux et de pratiques économiques touchant à la répartition de la richesse et des récompenses et pénalités économiques » existent, sont acceptés et maintenus, « malgré leur caractère intrinsèquement dégoûtant et injuste parce qu'ils jouent un rôle énorme dans l'accumulation du capital. » (p. 138, §30)

Il nous met en garde contre un abandon prématuré de ces principes : « Avarice, Usure et Prudence devront rester nos divinités pour un petit moment encore. Car elles seules sont capables de nous faire sortir du tunnel de la nécessité économique pour nous mener à la lumière du jour. » (p. 140, §43) Cet avertissement révèle une explication téléologique de l'adoption de ces principes.

Mais « quand l'accumulation de la richesse ne sera plus d'une grande importance sociale, de profondes modifications sociales se produiront dans notre système de moralité. » (p. 137, §30) La fin du problème économique doit donc aussi signifier la fin de « principes pseudo-moraux [...] qui nous ont fait ériger en vertus sublimes certaines des caractéristiques les plus déplaisantes de la nature humaine. » (p. 137, §30) Lorsque l'accumulation du capital et le progrès des techniques auront fait disparaître le problème économique, « l'amour de l'argent comme objet de possession, qu'il faut distinguer de l'amour de l'argent comme moyen de se procurer les plaisirs et les réalités de la vie, sera reconnu pour ce qu'il est : un état morbide plutôt répugnant, l'une de ces inclinations à demi criminelles et à demi pathologiques dont on confie le soin en frissonnant aux spécialistes des maladies mentales. » (p. 137, §30) N'ayant plus de justifications fonctionnelles, l'avarice, l'amour de l'argent, le souci du lendemain pourront disparaître.

La fin du problème économique a donc deux conséquences majeures : elle pose le problème nouveau de l'occupation en l'absence de nécessité, et elle permet la disparition de l'amour de l'argent, répugnant sur le plan moral. Si la dernière conséquence est explicitement culturelle, Keynes hésite pour la première entre des motifs naturalistes et culturels. La suite de l'épilogue est consacrée à élaborer une interprétation qui englobe ces deux conséquences et qui éclaire la place des deux motifs dans la ligne de l'argumentation.

E.2 QUELQUES RÉCEPTIONS COMMUNES DES *perspectives*

Nous commencerons par étudier les réceptions courantes du texte de Keynes. Les limites et les lacunes de ces réceptions signaleront les écueils que notre inter-

prétation devra éviter ; par contraste, elles fourniront des indications sur la ligne directrice à suivre.

Certains économistes s'émerveillent de la prescience de Keynes au sujet de la stabilité de la croissance. Ils retiennent prioritairement la description de l'accumulation du capital et du progrès technique, leur identification comme facteurs de croissance. Cette discussion, pour intéressante qu'elle soit, limite considérablement la portée du texte. Elle fait surtout une lecture rétrospective de ce texte, à partir de débats postérieurs, spécifiques à la théorie de la croissance⁵. Dans les *Perspectives*, Keynes ne cherche pas principalement à montrer que la dépression qui s'amorce dans les années 1930 ne sera que passagère. En effet, alors que la plus grande partie de l'essai a été conçue en 1928, ce passage a été ajouté en juin 1930. Cette lecture étroite ignore le sujet principal de l'essai, la fin du problème économique et ses conséquences. Nous nous intéressons donc ici aux réceptions qui prennent en compte le thème principal et se positionnent en conséquence par rapport à lui.

E.2.1 *Des disqualifications simplistes*

Certains auteurs refusent d'envisager la fin du problème économique et, par tant, ne se confrontent pas réellement aux thèses de Keynes. Trois arguments sont avancés, à des niveaux différents selon l'acceptation croissante des prémisses de Keynes.

En se limitant à la fourniture des besoins, Keynes aurait sous-estimé l'étendue du problème économique. En effet, selon l'orthodoxie néo-classique, le problème économique doit s'entendre non dans un sens substantiviste comme fourniture des besoins, mais dans un sens formel comme allocation optimale de moyens rares pour des fins illimitées. Dans le cadre de l'économie formelle, la fin du problème économique, c'est-à-dire l'inanité de l'allocation optimale des ressources rares, est une absurdité. Avec ce cadre de pensée, la problématique de Keynes est *ipso facto* rejetée. C'est la position de [Becker et Rayo \(2008, p. 182–183\)](#) : « Keynes went wrong partly because economists have greatly broadened their analysis beyond the material aspects of life to include subjects like happiness, altruism, social interactions, marriage and divorce, and others dealing with more nonmaterial aspects of life. These developments indicate that Keynes defined “economics” much too narrowly. About the same time Keynes wrote this essay, Lionel Robbins also published his important 1932 book *An Essay on the Nature and Significance of Economic Science*, which took a far broader approach to “economics”. Robbins's definition of the economic problem is the analysis of, and prescriptions for, the allocation of scarce means to competing ends. »

5. Initiée par les travaux de Harrod (1938), la théorie de la croissance se développa surtout à partir de la réponse de Solow (1956). Pour Harrod, la croissance n'était stable que sur le fil du rasoir : les capitalistes ne voyaient leurs anticipations satisfaites et les travailleurs ne trouvaient suffisamment de travail que sur un improbable chemin de crête. Solow montra que la croissance était stable en faisant l'hypothèse que capital et travail sont substituables dans la production. La stabilité de la croissance est avant tout due aux hypothèses néo-classiques sur le marché du travail et des capitaux. Celles-ci évacuent les préoccupations de Harrod plus qu'elle ne les résolvent.

En reprenant la définition de Robbins, laquelle constitue la base de l'analyse de Polanyi (1957b), Becker et Rayo donnent précisément au problème économique son sens formel, sans mentionner qu'un sens substantiviste est aussi possible. Dans la perspective formaliste, la science économique devient praxéologie, science de l'action efficace, tandis que l'approche substantiviste conserve le sens commun de « connaissance des phénomènes concernant la production, la distribution et la consommation des richesses, des biens matériels dans la société humaine »⁶.

Le parti pris formaliste ne peut pas être contesté. Il s'agit là d'une position de principe, qu'il est difficile de confirmer ou d'infirmer. Cette disqualification *ab ovo* du propos de Keynes n'est pas la manière la plus féconde d'appréhender les *Perspectives*. Keynes raisonne en termes de besoin, et il est déplacé de lui reprocher de ne pas raisonner en termes d'allocation efficace. Puisque Keynes adopte une perspective substantiviste, il faut *a minima* accepter ce point de vue, et non le rejeter sur la base d'un *a priori*.

Laissons donc de côté le point de vue formaliste qui ne correspond pas aux intentions de Keynes et acceptons, dans une perspective substantiviste, de raisonner sur les besoins et leur satisfaction. Selon une lecture commune, l'homme a, en plus des besoins, toute une gamme de désirs. Il les satisfait en consommant de plus en plus de biens en quantité de plus en plus grande. Le consommateur désire sans fin et n'arrive jamais à satiété ; ses besoins sont infinis. Il est donc futile de s'interroger, comme Keynes, sur un état du monde où leur satisfaction serait complète.

Cette lecture du texte de Keynes est suggérée par la théorie de la demande du consommateur. La possibilité d'un désœuvrement ne se présente pas, et la croissance de la production entraînée par cette mécanique donne à chacun de plus en plus de biens pour répondre à ses désirs. Loin de provoquer une « dépression nerveuse » (p. 135, §23), cette évolution nous conduit vers toujours plus de félicité. C'est une critique très répandue, qui s'exprime le plus souvent au travers de la discussion entre l'importance de l'effet-revenu et de l'effet-substitution dans l'arbitrage travail/loisir⁷.

Cette critique dénote un manque de recul par rapport à l'idée conventionnelle d'un consommateur désirant sans fin. Elle fait de l'Homme un consommateur « par nature », mais la « nature » n'est souvent que l'autre nom de l'habitude, acquise dans une structure sociale donnée. L'infinité des besoins absolus repose *in fine* sur une conception anthropologique particulière. Celle-ci est historiquement située et concorde mal avec ce que nous enseignent, par exemple, les observations des sociétés primitives (Sahlins, 1974, chap. 1). Il ne nous appartient pas de trancher ici de la véracité de cette conception. Celle de Keynes paraît au moins

6. Définition du dictionnaire Le Robert.

7. L'ampleur réelle de la diminution du temps de travail dans les sociétés occidentales ne fait pas consensus, cf. l'appréciation critique de F. Zilibotti (2008, p. 32–35). Le diagnostic dépend essentiellement de la sélection des activités à comptabiliser, ainsi que de la période retenue (la vie entière ou la semaine de travail). De nombreux commentaires développés dans *Revisiting Keynes* (Pecchi et Piga, 2008) sont influencés par le débat du milieu des années 2000 sur la divergence dans la répartition travail/loisir entre les États-Unis et l'Europe. La recension de Chilosi (2009) ne s'intéresse qu'à cet aspect.

aussi valable : cela nous suffit pour l'accepter, écarter l'objection et poursuivre l'explication de son essai.

La théorie de la demande du consommateur, imposante axiomatique de la métaphysique utilitariste, ne fait pas l'unanimité chez les économistes. Alors que les besoins ne sont, selon la théorie dominante, que des caractéristiques internes au consommateur, certains économistes reconnaissent l'existence de besoins relatifs, c'est-à-dire liés à l'interaction sociale entre les individus. Ils acceptent donc la distinction de Keynes entre besoins absolus et relatifs.

Galbraith (1958b, chap. x) a analysé comment la théorie de la demande évacue l'idée d'une saturation de la consommation. La courbe de demande d'un bien est décroissante en fonction des quantités acquises de ce bien, grâce à l'hypothèse de la décroissance de l'utilité marginale, toutes choses égales par ailleurs. Mais cette hypothèse suggère également que la satisfaction marginale de la consommation, sur l'ensemble du panier de biens, diminue ; elle rend légitime de discuter l'importance de la consommation quand celle-ci est déjà élevée. Pour Galbraith, la théorie s'est protégée de ces interrogations dérangeantes, d'une part en refusant l'évaluation de deux niveaux de consommation à des instants différents, d'autre part, en passant de l'utilité cardinale (qui a une mesure) à l'utilité ordinale (qui est un simple ordre). Ainsi on ne peut plus assigner un ordre de priorité aux désirs de consommation : chaque désir devient aussi légitime et urgent qu'un autre.

Au sujet des *Perspectives*, Galbraith (1958b, p. 145) remarque que « Keynes, peu lié comme toujours par les règles traditionnelles, n'hésita pas à commettre l'impardonnable crime de distinguer deux catégories de désir », les besoins absolus que l'on doit satisfaire et les besoins relatifs que l'on peut laisser de côté. Galbraith accepte l'existence de besoins relatifs : la satisfaction de ces besoins en engendre de nouveaux. Mais les besoins relatifs ne sont pour lui qu'un exemple mineur de besoins créés par le processus de production : plus considérables sont les besoins suscités directement par la production et les méthodes de vente, la publicité notamment (Galbraith, 1958b, chap. xi).

Fred Hirsch (1976, p. 24-26) accepte l'idée de deux catégories de besoins. Il reformule la différence faite par Keynes entre besoins absolus et relatifs quand il établit une distinction entre biens matériels, disponibles pour tous, et biens positionnels, qui, par construction, ne peuvent pas être fournis à tous. Les biens positionnels sont souvent une réponse à des besoins relatifs. Les besoins relatifs, s'ils peuvent être assouvis pour un individu, ne peuvent pas l'être au niveau de la société toute entière.

Pour Robert Frank (2008), la théorie néo-classique se fourvoie en ne faisant dépendre la satisfaction que de la quantité absolue de biens. La satisfaction, et donc la demande des biens, dépend en réalité du contexte, c'est-à-dire autant du contexte social, du rapport avec les semblables, que de l'environnement économique ou de l'histoire personnelle. Le contexte est responsable de nombreuses modifications de l'utilité personnelle, ignorées par la théorie néo-classique ; il rend les besoins relatifs insatiables.

Avec Keynes et contre la théorie de la demande, on peut retenir l'idée de besoins de base finis, et donc susceptibles d'être satisfaits par une production suffisante. Cependant, à la lumière des interprétations précédentes, les besoins relatifs

ne peuvent être simplement évacués. Cette question suscite d'importantes contributions théoriques, chaque auteur redéfinissant les besoins relatifs en fonction de son propre problème. Ces besoins sont façonnés par le contexte social et ils pourraient très bien être infinis.

Force est donc de reconnaître que l'argumentation concernant la finitude des besoins relatifs est défectueuse. Mais ce raisonnement incomplet est en soi significatif : cette faille permet précisément de saisir les intentions de Keynes.

Keynes se contente en effet de distinguer besoins relatifs et absolus. « Ces besoins seront assouvis » (p. 134, §19), tandis que les besoins relatifs « sont peut-être tout à fait insatiables ». Comme le remarque R. Frank⁸, Keynes est conscient des limites de son raisonnement et des objections qu'il peut susciter⁹. Il a parfaitement identifié le problème, mais il passe outre. Cela ne l'intéresse pas. Il élude simplement la question : il s'agit pour lui de rendre plausible pour ses lecteurs la fin du problème économique.

Keynes ne cherche donc pas à faire des prédictions, puisqu'il écarte négligemment des mécanismes qui pourraient y faire échec. Par sa discussion économique préliminaire, il donne du poids à son idée maîtresse de fin du problème économique. Le raisonnement sur les besoins est en partie un artifice destiné à persuader les lecteurs de la possibilité de la fin du problème économique.

E.2.2 *Une réduction naturaliste*

Keynes expédie son raisonnement pour arriver plus rapidement aux conséquences. Quelles sont ces conséquences qui le fascinent tant ? Nous avons noté plusieurs thématiques discordantes dans l'exposé des problèmes auxquels conduit la fin du problème économique, en particulier une approche naturaliste (le « vieil Adam » qu'il faut occuper) et une approche culturelle (la préservation de l'art de vivre et l'abandon de l'amour de l'argent).

Voici donc une première façon d'agencer le raisonnement de Keynes. La vie de l'Homme depuis la nuit des temps est marquée par la recherche de subsistance. L'avènement de l'accumulation du capital¹⁰ et du progrès technique permet de résoudre ce problème de subsistance. Libéré de ses besoins, l'Homme doit chercher « comment employer la liberté arrachée aux contraintes économiques » (p. 136, §25). Comme l'Homme a toujours travaillé, la fin du problème économique nécessite de lui trouver d'autres occupations.

Cette interprétation est généralement retenue par les auteurs qui ne contestent pas la fin du problème économique. Heilbroner (1971, p. 275) résume ainsi le message de Keynes : « Le nouveau problème de la société ne serait pas de trouver du temps pour les loisirs mais plutôt d'occuper ce temps, qui atteindrait un

8. « he acknowledged this possibility only to dismiss it » (Frank, 2008, p. 142–143)

9. J.-P. Fitoussi (2008, p. 152) tente de compléter le raisonnement de Keynes sur les besoins relatifs, avec des considérations sur l'amour de l'argent. À mon sens, la solution doit être cherchée vers la fin du texte (§44). La question des besoins relatifs chez Keynes est de toute façon obscure, et demanderait une étude particulière.

10. Keynes le conçoit en partie comme une découverte fortuite provoquée par l'afflux des métaux précieux de l'Amérique. D'autres auteurs mettent en avant une lente montée en puissance, tandis que certains enfin tombent dans « l'erreur populaire selon laquelle des “conquêtes” techniques auraient constitué la cause évidente du développement capitaliste » (Weber, 1920b, p. 443).

niveau inégalé. » Lee Ohanian (2008, p. 109) perçoit le problème de la même façon : « According to Keynes, the problem of producing sufficient output was not the central difficulty facing the industrial economies. Rather, it would be dealing with the “problem” of the enormous amount of leisure that would be consumed as societies became sufficiently rich and sated with physical consumption. »

Cette réception se rapproche du texte et de son intention. Elle en accepte les prémisses et ne s'arrête pas aux objections déjà relevées. Cette interprétation canonique participe d'une vision évolutionniste progressiste de l'Histoire. Exprimée dans les termes de la philosophie marxiste de l'Histoire, mais d'une Histoire purgée de la lutte des classes et de la Révolution, elle pourrait se résumer ainsi : le développement des forces productives fait passer du règne de la nécessité au règne de la liberté. Cet évolutionnisme qui voit les sociétés progresser à travers différents stades vers la civilisation d'abondance est typique de la fin du XIX^e, et en particulier de la société victorienne dans laquelle Keynes a grandi. Il n'y aurait donc rien de choquant à ce que cette interprétation fût la bonne.

E.2.3 *Une interprétation insuffisante*

Cette lecture ne retient toutefois que les éléments naturalistes du raisonnement : le problème économique et le travail. Elle fait l'impasse sur les inquiétudes de Keynes au sujet de la perpétuation de l'art de vivre et sur l'horreur que lui inspire le déploiement de l'amour de l'argent. Elle oublie donc l'essentiel, à savoir les activités que Keynes propose comme occupation pour l'humanité débarrassée de la nécessité économique. Il s'agit pourtant du point crucial du texte.

Après avoir détaillé les quatre facteurs qui déterminent l'atteinte de notre félicité économique, Keynes conclut en effet : « Dans l'intervalle il n'y aura nul inconvénient à faire de doux préparatifs pour notre future destinée, à encourager et à mettre à l'épreuve les arts de la vie au même titre que les activités répondant à un but utilitaire. » (p. 141, §46).

Avec ce passage, on peut croire que Keynes cherche à nous faciliter la transition, à nous éviter une « dépression nerveuse » collective que provoquerait un passage brusque d'une société occupée exclusivement du problème économique à une société d'oisifs contrainte d'apprendre à « occuper les loisirs » (p. 136, §25). Il entend nous préparer peu à peu à devenir oisifs, pour une transition progressive.

On peut pousser l'interprétation plus avant. Keynes insiste sur cette préparation, alors qu'elle nous détourne des activités productives et fait reculer d'autant la fin du problème économique. Si les arts de la vie sont à portée de main quelles que soient les conditions sociales, ne vaudrait-il pas mieux tourner toutes les activités vers le but utilitaire pour hâter la venue de l'abondance ?

Par conséquent, ce passage incite plutôt à penser que les arts de la vie sont mis en danger, dans les conditions économiques et sociales actuelles. Les arts de la vie sont une activité qu'il n'est pas facile de mobiliser. Cela s'accorde avec des allusions déjà relevées (en particulier §26). La morale que Keynes donne à l'épithète de la femme de ménage l'exprime parfaitement : « Et pourtant la vie ne sera supportable que pour ceux qui font l'effort de chanter ; et combien sont rares ceux qui, parmi nous, savent chanter ! » (p. 136, §24).

Jouir des arts de la vie n'est pas une activité facile ; cela ne s'invente pas. Il faut imiter les habitudes savamment entretenues par « les gens exquis qui savent jouir des choses dans l'immédiat ». Ceux-là « sauront nous apprendre à cueillir le moment présent de manière vertueuse et bonne. » (p. 140, §43)

Résumons donc les éléments rassemblés jusqu'ici. Keynes perçoit une augmentation continue de la productivité. Avec des besoins de base finis, et des besoins relatifs mis de côté, Keynes nous convainc que l'humanité arrivera bientôt à l'abondance. Elle devra alors trouver à s'occuper. Ce ne sera chose aisée que si les arts de la vie sont encore là.

E.3 GAGNER LA SOCIÉTÉ D'ABONDANCE POUR EN PERDRE LES FRUITS

E.3.1 *Keynes et le capitalisme*

Pour poser la dernière pièce de notre puzzle, il nous faut comprendre ce qui met en danger les arts de la vie. Pour cela, il faut s'interroger sur la distinction que Keynes établit entre notre société et les sociétés traditionnelles. Keynes se contente d'évoquer cette distinction car le sens en est évident.

Que Keynes qualifie notre société de capitalisme ne fait pas de doute. Sa condamnation de l'amour de l'argent et de l'intentionnalité, qui conduit à envisager le développement de l'argent jusque dans l'au-delà, semble être une version ironique de certains thèmes wébériens¹¹.

Lorsque Keynes dit que notre société ne connaît plus « les coutumes et les conventions chéries d'une société traditionnelle » (p. 136, §27), il rejoint les analyses de Tönnies dans *Gesellschaft und Gemeinschaft*. Lorsqu'il distingue l'amour de l'argent comme objet de possession de l'argent comme moyen, il retrouve une classification élaborée par Marx dans son schéma de la reproduction capitaliste¹², puis affinée par Simmel (1900, 3.II). Keynes décrit donc la société de son temps avec des termes et des motifs proches de ceux utilisés par d'autres pour décrire le capitalisme. Il l'oppose en outre aux sociétés anté-capitalistes.

Outre ces distinctions qualitatives, quelques repères temporels répartis dans le texte présentent le XVIII^e siècle comme une rupture. Ainsi le niveau de vie stagne « jusqu'au début du XVIII^e siècle » (p. 129, §5), l'accumulation du capital se produit « à partir du XVI^e siècle avec un crescendo cumulatif après le XVIII^e » (p. 131, §11), les « principes pseudo-moraux » nous agitent depuis « deux siècles » (p. 137, §30).

Ces qualifications établissent la nature capitaliste de notre société. Dans « La fin du laissez-faire » (1926), Keynes voit « la caractéristique essentielle du capita-

11. Outre le contenu, la formulation même évoque Max Weber : intentionnalité traduit *purposiveness*, que l'on rendrait plus justement par « comportement orienté en finalité » ; ce terme est très proche de la *purposive rationality*, version anglaise de la *Zweckrationalität* de Weber. S'il ne s'agit pas d'un emprunt direct, la langue a contraint deux analyses proches à s'exprimer avec les mêmes mots.

12. L'argent, en tant qu'équivalent général des marchandises, est à séparer de l'argent en tant que moyen d'accéder à des marchandises particulières : « La soif d'enrichissement est autre chose que la soif instinctive de richesses particulières, telles les habits, les armes, les bijoux, les femmes, le vin ; elle n'est possible que si la richesse générale, en tant que telle, s'individualise dans un objet particulier, l'argent. » (Marx, 1857, p. 134)

lisme » dans « l'utilisation d'un appel intense aux instincts de lucre de l'individu comme principale force faisant fonctionner la machine économique » (Keynes, 1972, p. 124). Cette conception du capitalisme est une constante de la pensée de Keynes (Backhouse et Bateman, 2009, p. 651–654) : « comme Max Weber, il définit le capitalisme comme un esprit, non comme un système social » (Skidelsky, 1992, p. 236). Les *Perspectives* décrivent aussi ce système où « la détermination et l'effort acharné des faiseurs d'argent nous transportent tous avec eux dans le giron de l'abondance économique » (p. 136, §26).

Malgré cette caractérisation sans équivoque, il est significatif que Keynes n'emploie jamais ici le terme de capitalisme. Nous avons une fois de plus affaire à une précaution rhétorique. Keynes ne souhaite sans doute pas brusquer ses lecteurs en mentionnant le capitalisme. En ne nommant pas les choses directement, il a plus de chances que ses idées soient prises au sérieux plutôt que rejetées *a priori*. En outre, dans le cadre du journal libéral *The Nation and Atheneum*, il veut probablement se démarquer des anathèmes socialistes contre le capitalisme. Si Keynes prend toutes ces précautions, c'est que son essai touche une corde sensible. On l'aura compris : Keynes critique le capitalisme. Mais il le fait d'une manière subtile, à partir d'un éloge qui se transforme insidieusement en critique.

E.3.2 *Un point de vue moral ?*

Dans la fin des *Perspectives*, Keynes se fait le contempteur de l'amour de l'argent (cf. E.1.3). Au regard du paragraphe précédent, il faut bien comprendre que cet amour de l'argent n'est que l'autre nom de l'esprit du capitalisme tel que l'a décrit Max Weber (1920b). Keynes critique l'esprit du capitalisme, c'est-à-dire la recherche systématique et méthodique du profit. À petite dose, l'intentionnalité n'est pas néfaste mais son déploiement dans toutes les sphères de l'existence l'est. Il s'agit là d'un thème profondément ancré dans sa pensée. Dès 1925, « il [lui] apparaît chaque jour plus clairement que le problème moral de notre temps est celui que pose l'amour de l'argent : les neuf dixièmes de nos activités sont orientées par l'appât du gain. » Keynes (1925, p. 51, voir aussi p. 40–42)

On peut voir la critique de l'amour de l'argent et la défense des arts de la vie comme un simple point de vue moral, assez déplaisant parce qu'il exprimerait uniquement les préjugés de classe de Keynes, ceux de la bourgeoisie intellectuelle de Londres, du groupe de Bloomsbury. Telle est la position d'Axel Leijonhufvud (2008, p. 119), de Thierry Demals¹³ et surtout de Jean-Paul Fitoussi (2008). Ce dernier dit explicitement que l'essai de Keynes est une critique du capitalisme, conduite pour des raisons morales. L'essai de Keynes ne serait pas vraiment original car les condamnations morales du capitalisme accompagnent le capitalisme depuis sa naissance. Cette interprétation moralisatrice s'appuie sur un versant du texte foncièrement différent de celui qui fonde l'interprétation canonique.

Elle s'applique mieux à un autre essai de Keynes, « La fin du laissez-faire » (1926). Keynes y reconnaît une certaine efficacité au capitalisme qui met à son service la recherche du lucre, mais préférerait un système de motivations qui s'accorde avec ses convictions morales sur la vie bonne : « Notre problème consiste donc à élaborer une forme d'organisation sociale qui soit aussi efficace que pos-

13. Il a traduit *Perspectives* et rédigé la notice critique dans le recueil (Keynes, 2002).

sible sans être un outrage à ce que nous concevons comme un mode de vie satisfaisant. » (Keynes, 1972, p. 126)

Des commentaires plus pertinents (Carabelli et Cedrini, 2011) ont relevé que les *Perspectives* s'appuient en effet en filigrane sur une éthique (plutôt qu'une morale), c'est-à-dire une conception de la vie bonne. Depuis ses études à Cambridge, Keynes était influencé par les conceptions de George Moore (Dostaler, 2009, chap. 1). L'homme doit poursuivre des fins désirables en elles-mêmes, telles que la beauté, l'amitié, la vérité ou l'amour. Mais alors que, pour Moore, tout se réduisait à des états de conscience positifs, les biens à désirer forment pour Keynes une pluralité irréductible et s'apprécient dans leur contexte relationnel. Keynes est ainsi proche de la vertu antique et de l'éthique aristotélicienne (Carabelli et Cedrini, 2011, p. 345-347).

Les *Perspectives* sont donc à situer dans le contexte plus large des conceptions de Keynes sur la vie réussie. Elles se comprennent mieux quand on sait que pour Keynes l'activité économique n'est pas une fin en soi, mais doit être mise au service de la vie bonne, que les arts de la vie sont un élément essentiel de la vie bonne. Ces aspects sont complètement occultés dans le recueil Pecchi et Piga (2008), comme le remarquent Carabelli et Cedrini (2011).

Mais les *Perspectives* ont une ambition plus large ; elles ne se réduisent pas à une critique effectuée d'un point de vue moral, ou à l'exposé d'un mode de vie souhaitable. La critique va de pair avec une description de la dynamique du capitalisme, qui constitue le socle de l'interprétation canonique. Si l'on fait l'impasse sur la description des mécanismes économiques d'évolution du capitalisme, le texte paraît n'être qu'une critique morale transcendante, effectuée d'un point de vue extérieur. Tout comme l'interprétation canonique refoulait les considérations sur la morale et l'art de vivre, l'interprétation moralisatrice omet une part essentielle du texte, la discussion de la croissance et de la dynamique du capitalisme.

E.3.3 La critique de la dynamique du capitalisme

L'interprétation canonique et l'interprétation moralisatrice s'appuient sur des éléments différents du texte ; chacune occulte ce que l'autre met en avant. Elles doivent maintenant être reliées dans une interprétation cohérente et complète. Selon l'interprétation proposée ici, les grandes étapes de l'argumentation de Keynes s'agencent de la manière suivante.

Le capitalisme exhibe une tendance, stable à long terme, à faire croître la production. Keynes est confiant dans la capacité de ce système économique à venir à bout du problème économique, lorsque les besoins absolus de l'humanité seront satisfaits. L'instinct d'activité de l'Homme ne sera alors plus canalisé par la nécessité de travailler. L'Homme pourrait encore s'occuper grâce aux arts de la vie, qui demandent une pratique habituelle. Mais le capitalisme a tourné toutes les activités vers un but utilitaire et ne laisse aucune place pour développer les arts de la vie : ceux-ci périclitent. En conséquence, le capitalisme nous transporte dans l'abondance mais nous prive en même temps des facultés pour jouir des fruits de cet âge d'or.

Ainsi, le chaînon manquant qui permet de faire la synthèse des deux interprétations est la préservation des arts de la vie. L'esprit du capitalisme produit

une abondance matérielle inouïe, mais il détruit en même temps les arts de la vie que Keynes chérit tant. Les arts de la vie font partie des biens désirables en eux-mêmes, que l'homme doit rechercher pour mener une vie bonne. Les deux préoccupations sur la fin de l'amour de l'argent et la préservation de l'art de vivre sont chez lui complémentaires.

Ici, comme ailleurs, Keynes veut contrer l'envahissement de l'esprit économique et utilitariste dans toutes les activités humaines : « La même règle auto-destructrice du calcul financier régit tous les aspects de l'existence. Nous détruisons la beauté des campagnes parce que les splendeurs de la nature, n'étant la propriété de personne, n'ont aucune valeur économique. Nous serions capables d'éteindre le soleil et les étoiles parce qu'ils ne rapportent aucun dividende. Londres est une des villes les plus riches que compte l'histoire des civilisations, mais elle ne peut "se permettre" les réalisations les plus ambitieuses qui soient à la portée de ses habitants, parce que cela ne "paye pas". » (Keynes, 1933, p. 207)

Il faut bien comprendre l'articulation entre activités utilitaires, calcul financier et amour de l'argent. Les activités utilitaires ne doivent pas être comprises dans un sens moral, comme des activités prosaïques qui s'opposeraient à des activités élevées, moralement valorisées. Les activités à but utilitaire sont des activités instrumentales, qui ont leur fin à l'extérieur d'elles-mêmes : ce sont des moyens en vue d'une fin. Pour conduire efficacement ces activités utilitaires, le capitalisme les arrime à une perspective de profit. L'amour de l'argent se saisit de ce profit, il évalue les activités selon les règles du calcul financier. Mais, comme Keynes l'écrivait dans une note sur l'amour de l'argent en 1925, « test of money measurement constantly tends to widen the area where we weigh concrete goods against abstract money. » in (Skidelsky, 1992, p. 240) (voir aussi Keynes, 1933, p. 206). L'extension du calcul économique développe les activités utilitaires, de telle sorte que toutes les activités deviennent, à la limite, utilitaires. Les finalités en vue desquelles les activités utilitaires étaient conduites disparaissent alors : il ne reste plus que l'accumulation du moyen suprême, l'argent, qui devient lui-même la fin. Les activités à but utilitaire ne sont pas un problème tant qu'elles servent une finalité extérieure, elles sont problématiques au point où elles seules subsistent et deviennent leur propre finalité. Elles ne sont pas condamnées en elles-mêmes, parce qu'elles heurteraient la moralité de Keynes, comme le suggère l'interprétation moralisatrice. Elles sont condamnées parce que leur développement empêche toute réalisation de la vie bonne selon l'éthique de Keynes.

Keynes voudrait brider cet esprit du capitalisme qui nous empêche de nous consacrer aux arts de la vie, qui ont leur fin en eux-mêmes. Diriger toutes les activités de l'homme vers un but utilitaire conduit à une disparition certaine des arts de la vie, car ceux-ci dépérissent quand ils ne sont pas exercés. Cette peur s'exprime dans le changement de registre à la fin du texte. Dans un passage déjà analysé (en E.2.3), Keynes s'exprime sur un ton un peu paternaliste : « il n'y aura nul inconvénient à faire de doux préparatifs pour notre future destinée, à encourager et à mettre à l'épreuve les arts de la vie » (p. 141, §46). La phrase suivante sonne au contraire comme une supplique : « Mais, surtout, ne nous exagérons pas l'importance du problème économique, ne sacrifions pas à ses nécessités supposées d'autres affaires d'une portée plus grande et plus permanente » (p. 141, §47). Elle révèle l'angoisse de Keynes de voir disparaître, par

le mécanisme même qui conduit à la société d'abondance, les arts de la vie qui font tout le sel de l'existence.

Telle est l'ambivalence de l'esprit du capitalisme. Le développement et l'instrumentalisation méthodique de l'esprit de lucre conduisent vers une société délivrée des contingences matérielles, mais en même temps, l'amour de l'argent détruit « les coutumes ou les conventions chéries d'une société traditionnelle » et les arts de la vie. Keynes se livre dans cet essai à une critique du capitalisme, qui se fonde sur une analyse de sa dynamique, dans ses causes comme dans ses effets.

Le capitalisme qui est l'objet des inquiétudes de Keynes est le capitalisme débridé, qu'il appelle également égoïste ou de laissez-faire (Backhouse et Bateman, 2009, p. 661–662). La solution pour Keynes n'est pas de supprimer le profit ou l'amour de l'argent — c'est là chose impossible — mais de les remettre à leur place et de les brider pour qu'ils ne contaminent pas l'ensemble des activités humaines. Keynes croit possible d'utiliser l'amour de l'argent comme moteur des activités à but utilitaire, mais en le tenant sous le boisseau. Ce système pourrait encore s'appeler capitalisme, mais ce ne serait pas un capitalisme de laissez-faire, où l'amour de l'argent étend toujours plus sa sphère d'action. Dans ce système, l'homme pourrait poursuivre ses fins, que Keynes envisage conformément à son éthique, sans les perdre de vue dans l'acquisition des moyens.

De même que Keynes croit que le capitalisme peut retrouver sa stabilité et offrir de l'emploi à tous les travailleurs, s'il est convenablement géré, de même Keynes pense qu'on peut contenir l'esprit financier et encourager les arts de la vie. Keynes, dans les années qui suivent la publication des *Perspectives*, se consacre à ces deux maux du capitalisme. Si son engagement en faveur des politiques publiques de l'emploi est bien connu, la défense de la culture face aux intérêts économiques est aussi un des grands combats de Keynes (Dostaler, 2009, chap. VI). À partir des années 1930, il s'est impliqué de manière croissante dans la défense des arts, en particulier du spectacle. Il a combattu la vision utilitariste de l'État pour accorder des subventions aux arts. Il souhaitait à la fois soutenir la demande par la dépense publique et préparer le public à jouir de l'état d'abondance (Moggridge, 2005, p. 546). Pour avoir oublié la deuxième partie de ce combat, les élites économico-politiques des années 1960–1970 ont fait de la croissance le seul horizon de la politique (Skidelsky et Skidelsky, 2012, p. 190–192). Les *Perspectives* rappellent qu'il ne faut pas sacrifier les fins supérieures de l'homme aux simples moyens que sont les activités utilitaires, en temps d'abondance comme en temps de crise.

L'analyse des *Perspectives* est peut-être contestable sur certains points, sur les besoins relatifs notamment, mais elle conduit bien à l'interprétation que l'on vient de donner. A contrario, la remise en cause du raisonnement conduit à des erreurs d'interprétation. Fitoussi interprète le raisonnement de Keynes comme un questionnement moral sur la finalité du capitalisme : pour lui, les besoins relatifs sont infinis et le capitalisme semble alors être un processus sans terme. Mais Keynes attribue bien une finalité au capitalisme : faire sortir l'humanité du problème économique. La problématique est donc différente : l'atteinte de la félicité économique grâce au capitalisme laissera l'humanité nue, sans arts de la vie ni culture, obnubilée à jamais par les activités utilitaires.

On peut comparer la vision d'avenir de Keynes, qui est en même temps une critique du capitalisme, avec deux autres visions célèbres, celles de Karl Marx et de John Stuart Mill.

Pour Marx, le capitalisme développe les forces productives. Mais l'utilisation des forces productives au service de la réalisation de l'homme est entravée par les rapports de production. Ceux-ci profitent à la classe dominante, la bourgeoisie. La classe exploitée, le prolétariat, se paupérise au cours de ce processus ; elle fera la révolution et instaurera la société sans classe.

Pour Mill (1848), l'économie atteindra inéluctablement un état stationnaire. On ne doit cependant pas accueillir cet état avec résignation, on doit au contraire le désirer. Car la lutte pour la vie et la chasse aux dollars y seront inutiles ; l'homme pourra cultiver le progrès moral.

Selon l'analyse de François Perroux, ces deux visions participent d'un même imaginaire implicite : « une économie sans rareté et une société sans contrainte » (Perroux, 1960, chap. 1). Keynes partage dans une large mesure cet imaginaire de l'état futur de la société occidentale. Mais sa vision de la dynamique qui y conduit est bien différente, ce qui n'est pas sans influence sur les perspectives futures.

Contrairement à Mill, Keynes n'est pas pessimiste sur la poursuite de la croissance du capitalisme. Alors que Mill considère que l'état de stagnation est inéluctable mais désirable, Keynes ne voit pas de stagnation mais une croissance continue. Marx pense que le développement du capitalisme s'accompagne d'une exacerbation de ses contradictions. Chez Keynes, la contradiction du capitalisme n'apparaît qu'à la fin, une fois atteinte la société d'abondance : lorsque les activités utilitaires seront sans nécessité, mais que les arts de la vie auront disparu. D'une certaine façon, Keynes se place dans le cadre le plus favorable pour le développement du capitalisme. Mais il nous montre le triste état de l'humanité si elle réussissait dans le projet capitaliste : une machine d'abondance tournant à vide, avec des hommes désœuvrés pour avoir sacrifié l'essentiel à la poursuite de l'abondance matérielle.

Si Keynes pense qu'« une économie sans rareté et une société sans contrainte » sont possibles, c'est au prix d'un engagement politique pour réguler le capitalisme et dompter son esprit. L'amour de l'argent serait soigneusement canalisé. L'organisation économique serait efficace mais non envahissante. Ayant la place libre, les arts de la vie prospéreraient.

E.3.4 Difficulté de la réception

Les lectures des *Perspectives* sont, nous l'avons vu, souvent partielles. Il n'est pas inutile d'ajouter quelques remarques pour expliquer les difficultés des économistes à recevoir le message de Keynes dans son intégrité.

Keynes a une anthropologie différente de celle des économistes. L'homme, selon Keynes, est un être mû par des instincts, par un besoin inné d'activité. On trouve la même conception dans la *Théorie générale*, où l'homme est gouverné par « les esprits animaux », « un besoin spontané d'agir plutôt que de rien faire ». Ce besoin est usuellement canalisé par la nécessité, par le travail orienté vers la production. Mais les habitudes de vie peuvent aussi entraîner ce besoin vers la

culture des arts de la vie. Dans l'anthropologie keynésienne, seul le besoin d'agir est naturel. En revanche, le canal par lequel ce besoin s'assouvit dépend de la configuration spécifique d'une société. Parce que le besoin d'activité se résout culturellement et que le capitalisme consacre la suprématie des activités utilitaires, Keynes voit les arts de la vie menacés par le capitalisme. L'importance que Keynes accorde aux arts de la vie découle de son éthique, qui valorise une pluralité de fins désirables en elles-mêmes.

Cette conception de la vie réussie est relativement étrangère à l'esprit des économistes, ce qui explique qu'ils n'aient pas perçu l'importance cruciale des arts de la vie dans l'essai de Keynes. La recension de Meltzer conteste même l'intérêt d'étudier l'essai de Keynes aujourd'hui au prétexte que son éthique serait dépassée. L'anthropologie économique repose sur l'*homo œconomicus*, celle de l'homme comme agent rationnel optimisateur. Elle réduit la finalité de l'homme à la maximisation de son utilité, obtenue grâce à l'argent, à l'opposé des conceptions pluralistes de Keynes (Carabelli et Cedrini, 2011, p. 354–356). Cette représentation dominante dans le capitalisme est conçue comme « naturelle », et par conséquent éternelle et immuable. Il est difficile pour certains économistes de comprendre l'esprit du capitalisme, ce que Keynes appelle l'amour de l'argent, comme quelque chose de spécifique, qui se distingue de la simple *auri sacra fames*.

Boldrin et Levine (2008, p. 174) se fourvoient à ce sujet. Ils raillent Keynes pour avoir méconnu, selon eux, les pharaons, les Fugger et les Médicis... Ils ne font pas de différence entre la vieille *auri sacra fames* et l'esprit du capitalisme, qui est la cible des vitupérations de Keynes. Max Weber (1920b, p. 20–62) avait pourtant commencé son ouvrage par une mise au point sur l'esprit du capitalisme¹⁴ qui répond par anticipation à ce genre d'objection. L'*auri sacra fames* existe effectivement à toutes les époques. Mais à cet amour de l'argent, souvent impulsif et aventurier, l'esprit du capitalisme ajoute une composante systématique et méthodique qui en fait la particularité.

Dans les *Perspectives*, Keynes donne des exemples comiques de cette intentionnalité systématique : il s'agit de l'amour des chats (p. 138, §31), de l'acte « confiturier » (p. 139, §31), du tailleur du Professeur de *Sylvie et Bruno* (p. 139, §32). Ce genre d'exemple n'est pas isolé dans l'œuvre de Keynes : « Cette vision, c'était l'idéal utilitariste et économiste – on pourrait presque dire financier – comme seule finalité respectable de la communauté dans son ensemble ; peut-être la plus lamentable hérésie à trouver un écho chez un peuple civilisé. Du pain et rien que du pain, et même pas du pain, et le pain s'accumulant à des taux d'intérêts composés jusqu'à ce qu'il se change en pierre. » (Keynes, 1936a, p. 342) À chaque fois, les exemples imagés et pleins d'humour font la satire non du simple amour de l'argent mais de son caractère systématique et méthodique, s'appliquant hors de propos.

Ces mises au point devraient rendre patent que Keynes ne s'attaque pas à l'investissement en général. C'est l'esprit de calcul financier dans lequel est fait l'investissement qui lui répugne. La tendance à relire les *Perspectives* avec les œillères de la théorie Économique conduit souvent à des contresens sur ce point.

14. Weber traite explicitement l'exemple des Fugger, car il s'oppose aux thèses de Sombart (voir (Weber, 1920b, p. 24) ainsi que sa mise au point dans les remarques critiques de 1907 (Weber, 1920b, p. 328)).

Par exemple, Richard Freeman (2008, p. 140) comprend la critique de l'intentionnalité comme une préférence accordée au présent. Il considère Keynes comme le défenseur d'un taux d'actualisation élevé : « From the perspective of today's debates over global warming and climate change, Keynes's preference for high discount rates also strikes a peculiar chord, since it downgrades the danger that environmental change poses a major disaster to future human life. » Relier la question de la fin de la mentalité économique à un taux d'actualisation fort va à rebours de la pensée de Keynes. En fait il conteste le raisonnement en termes d'investissement devant rapporter, le principe même du calcul utilitariste. Formuler le problème en terme de taux d'actualisation est pour lui un « cauchemar de comptable » (Keynes, 1933, p. 206). Il ne s'agit pas d'abandonner tout investissement mais de juguler la tendance à tout apprécier en termes d'investissement. Même dans l'état d'abondance, « il restera raisonnable d'avoir une "intentionnalité" économique au profit des autres quand il ne sera plus raisonnable d'en avoir une pour soi-même. » (§44, p. 141)

*

* *

L'épilogue s'est pour l'instant efforcé de mettre au jour les soubassements théoriques de l'essai : une perspective substantiviste de l'économie comme fourniture de la réponse aux besoins, une finitude des besoins de base, une mise à l'écart, hasardeuse, des besoins relatifs. Keynes peut ainsi poser sa problématique du devenir dans la société d'abondance. Selon la lecture proposée ici, Keynes développe une vision du capitalisme comme processus de mobilisation de l'amour de l'argent pour développer les activités utilitaires. Ce processus sape les possibilités de profiter de l'abondance qu'il crée. Cette interprétation de l'essai de Keynes opère la synthèse entre trois versants du texte, considérés séparément dans les réceptions existantes : un versant économique, qui décrit les mécanismes conduisant à la société d'abondance, un versant naturaliste, qui se préoccupe de l'occupation du loisir après la disparition de la nécessité du travail, un versant moralisateur, qui condamne l'amour de l'argent et défend l'art de vivre. Elle donne de la cohérence à un texte qui est souvent lu de manière tronquée et dont la problématique est morcelée. Elle s'accorde avec les positions que Keynes a tenues par ailleurs. La critique de la dynamique du capitalisme que cette interprétation dévoile a été mise en regard d'autres critiques du capitalisme, celle de Mill et de Marx.

En explicitant les prémisses théoriques qui sous-tendent les *Perspectives*, on prend sans doute le risque de faire croire que la critique de la dynamique capitaliste n'est qu'une construction habile, au service d'une condamnation idéologique du capitalisme. La méthode analytique adoptée ici rend difficilement compte de la fascination qu'exerce ce texte. Keynes y aborde certains des aspects les plus cruciaux de la nature du capitalisme. Par la combinaison de l'exposé économique et du récit messianique, Keynes forge un discours puissant, qui nous écarte des représentations conventionnelles et, encore aujourd'hui, nous fait réfléchir sur le système économique dans lequel nous évoluons toujours. L'analyse conduite ici n'est, quant à elle, pas de nature à ébranler toutes les résistances idéologiques. À en juger par les réceptions dans *Revisiting Keynes*, si l'essai continue de provoquer de vives réactions, ses intentions ne sont plus comprises, sa portée

critique est émoussée, son sens reste voilé. Il importe donc toujours de soulever la couche d'idées économiques qui nous sépare de Keynes pour que son message ré-apparaisse dans toute sa cohérence.

L'incompréhension des économistes contemporains face à l'essai de Keynes est d'autant plus énigmatique que l'exercice original auquel Keynes s'est livré n'est pas complètement isolé.

Avant lui, dans *De l'état stationnaire*¹⁵, John Stuart Mill, économiste à la fois orthodoxe et dissident, avait brossé un portrait de l'avenir où les hommes ne seraient plus forcés d'être des « chasseurs de dollars » (p. 422) mais pourraient « cultiver librement les arts qui embellissent la vie » (p. 423). Sa description de l'état futur (idéal) a beaucoup de points communs avec celle de Keynes. Cet état est celui d'une économie sans rareté et une société sans contrainte, selon la belle formule de François Perroux.

Après Keynes, John Kenneth Galbraith (1958b) s'est lancé dans une réflexion proche. Dans *L'ère de l'opulence*, il fait le constat que l'abondance est déjà là, mais que nos idées économiques furent forgées aux époques de pénurie. Il passe en revue les idées économiques conventionnelles et montre comment l'abondance les rend caduques. À l'inverse de Keynes, il ne trouve pas qu'il y ait de problème¹⁶ à s'occuper ; la production n'est pas recherchée dans la société d'abondance pour l'occupation qu'elle fournit, mais pour le revenu qu'elle procure.

Les problèmes soulevés par Mill, Keynes ou Galbraith sont aujourd'hui à mille lieues des préoccupations des économistes. L'incompréhension s'explique par les évolutions de l'analyse économique, emportée vers une plus grande technicité et une pseudo-positivité. Si le texte de Keynes se comprend bien dans la tradition d'une économie comme science morale et politique, il paraît aujourd'hui complètement étranger à l'analyse économique telle qu'elle se pratique majoritairement, à la théorie Économique. On retrouve pourtant implicitement dans les modèles d'aujourd'hui les mêmes présupposés anthropologiques que dans l'économie politique de l'âge de Keynes. Keynes disposait du recul suffisant pour voir l'idéologie économique derrière la théorie de son époque.

E.4 LES *perspectives...* : LEÇONS POUR L'AVENIR

Maintenant que nous avons pénétré le sens des *Perspectives*, il est important d'expliquer pourquoi les prédictions ne sont pas encore advenues. Leur mise en échec nous apprennent beaucoup sur la nature de l'économie.

L'horizon de réflexion que Keynes s'était fixé est devenu notre présent. La multiplication par huit du produit disponible par habitant a été réalisée dans les pays occidentaux, en dépit d'une augmentation forte de la population et de la Seconde Guerre mondiale, que Keynes voyait comme des obstacles à sa prédiction. Les besoins de base, primaires, sont *grosso modo* satisfaits. Même s'il reste des poches de pauvreté dans les pays occidentaux, elles ne sont pas justifiées par une insuffisance de la production globale. Tout le monde en Occident pourrait manger

15. Ce chapitre des *Principes d'économie politique* a récemment été republié dans son intégralité (Mill, 1848).

16. Au contraire, il attribue cette crainte aux idées conventionnelles (Galbraith, 1958b, p. 264).

à sa faim, se vêtir, être logé convenablement. Nous sommes donc typiquement dans le schéma que Keynes envisageait, à des soucis d'organisation sociale près. Le problème strictement technique, analogue à la « dentisterie » (p. 141, §47), est aujourd'hui résolu.

Pour avoir une preuve entre mille, il suffit de regarder la façon dont nous traitons les objets dits nomades. Ils condensent notre plus haut savoir-faire technologique, pourtant ils sont abandonnés non parce qu'ils sont détériorés, abîmés, inutilisables, mais parce qu'il existe rapidement des produits moins chers et de meilleure qualité. Leur durée de vie est des plus réduites. La désinvolture de notre époque face aux objets de consommation est un signe, après tant d'autres, que notre société est déjà entrée dans l'abondance. L'ère du jetable qui caractérise la société de consommation exprime concrètement la résolution du problème économique. La quantité d'objets mis au rebut, et qui souvent trouvent une deuxième vie dans les pays pauvres, est la preuve matérielle, pesante de la fin du problème économique en tant que tel.

Au regard de l'abondance matérielle disponible au début du ^{xxi}e siècle, Keynes est tombé juste. Pourtant, les autres prédictions de Keynes ne sont pas devenues réalité. Le travail s'est certes réduit, mais non dans les proportions prévues par Keynes ; pire, il est inégalement distribué entre ceux qui travaillent trop dans le but d'être compétitifs, et ceux qui ne travaillent pas pour cause de n'être pas rentables. Notre société est encore marquée par l'injonction et la nécessité de trouver un travail, bien plus que par les arts de la vie. Surtout, l'amour de l'argent ne s'est jamais aussi bien porté : aujourd'hui *greed is good*.

Malgré la satisfaction approximative des besoins, la question économique n'a pas disparu. Il semblerait au contraire que le problème économique soit persistant, voire qu'il devienne de plus en plus aigu. La crise économique actuelle le pousse à son paroxysme : le problème économique a envahi l'espace public au point que toute autre préoccupation est devenue inaudible. Il y a une tension entre la satisfaction des besoins, réelle quoiqu'imparfaite, et l'importance accordée au problème économique, toujours plus hégémonique.

Pour comprendre l'écart entre les thèses de Keynes et l'évolution réelle des sociétés occidentales, je reviendrai sur quelques détails de l'argumentation de Keynes. Il faudra d'abord examiner le concept de problème économique. L'insistance de Keynes sur une certaine acception de ce concept est le témoignage d'une caractéristique essentielle du capitalisme. Une fois éclaircie la signification véritable du problème économique, nous pourrons alors détailler la dynamique des besoins à l'œuvre dans le capitalisme et appréhender son évolution à rebours des thèses de Keynes. Mon analyse débouchera sur une problématique nouvelle, qui rencontrera en certains points les préoccupations de Keynes.

E.4.1 *Le problème économique, un problème naturel...*

Dans son essai, Keynes ne précise pas ce que signifie le problème économique. Dans la préface des *Essays in Persuasion*, Keynes définit le problème économique comme « ce problème du besoin et de la pauvreté et cette lutte économique entre classes et entre nations » (Keynes, 1972, p. 12-13). Le problème économique apparaît ainsi avec une double dimension, à la fois un problème de subsistance

et de relations sociales. On retrouve cette ambivalence dans le texte où Keynes distingue entre besoins absolus, de base, et besoins relatifs, liés à un désir de compétition et de supériorité sur les autres. Il faut donc entendre le problème économique comme la fourniture des moyens pour satisfaire les besoins de la communauté humaine, besoins absolus et relatifs.

Keynes pense que les besoins absolus sont finis et néglige, sans vraiment expliquer pourquoi, les besoins relatifs. Cette mise à l'écart n'est pas justifiable sur un plan analytique. Elle constitue un artifice rhétorique afin de rendre crédible la fin du problème économique. En effet, avec des besoins absolus finis et la poursuite de la croissance économique qui développe la production, Keynes peut prédire la fin du problème économique. Mais il le peut uniquement parce qu'il a soustrait les besoins relatifs à son analyse du champ économique.

La sous-estimation des besoins relatifs est une erreur d'importance car le problème économique des besoins relatifs nous occupe encore. Dans le discours contemporain, l'exhortation à la croissance par les hommes politiques et le désir de croissance dans l'opinion visent la satisfaction des besoins relatifs et non plus l'éradication de la misère. L'arrêt de la croissance provoque frustration et déception chez ceux pour lesquels les promesses d'ascension sociale ne se sont pas matérialisées mais sont devenues chimères. La politique économique contemporaine est tournée vers la satisfaction des besoins relatifs grâce à la croissance. Puisque, dans ce processus, l'inégalité, qui est à l'origine des besoins relatifs, persiste (voire s'accroît), les besoins relatifs existent encore à la période suivante. La situation initiale est tout simplement reproduite à un niveau supérieur de production ; la fin du problème économique est ajournée *sine die*. Cette interprétation correspond de fait aux mécanismes économiques en vigueur dès le moment où Keynes écrivait. La force des besoins relatifs nous a empêchés de dépasser le problème économique.

Une fois que Keynes a écarté les besoins relatifs, seuls restent les besoins absolus. De la sorte, il peut concevoir le problème économique comme un minimum de subsistance à atteindre. Le problème économique devient alors l'expression d'un problème « naturel », qui se pose à l'ensemble du monde vivant, hanté par la recherche inlassable de nourriture, peinant à assurer sa subsistance. L'occultation des besoins relatifs masque ainsi un préjugé : la naturalité supposée du problème économique. Cette idée est, dans une large mesure, toujours répandue, elle est sous-tendue par la notion de rareté. Chez Keynes, la rareté n'était que chronique et avait un terme. Dans la théorie moderne, qui amalgame besoins absolus et besoins relatifs, elle est devenue indépassable. La notion de rareté imprègne les fondements de la théorie économique. Elle ne correspond pourtant pas à ce qu'on peut savoir du règne animal ou des sociétés primitives.

Dans le règne vivant, il est vrai que la recherche de nourriture est une activité primordiale, nécessaire à la survie de l'organisme, mais elle n'est pas pressante. La plupart des espèces se sortent avec brio de cette recherche. Toutes ne sont pas comme le panda qui passe effectivement le plus clair de son temps à manger, limitant ses autres activités (notamment sexuelles) au strict minimum, pour se consacrer exclusivement à la mastication des pousses de bambou. En dépit de son pouce qui l'aide à extraire la chair du bambou, il semble que le panda pourrait être mieux adapté à son écosystème. Comme le panda n'a pas développé

une série d'estomacs, contrairement aux ruminants, pour tirer le meilleur parti des pousses qu'il mange, il est contraint d'ingurgiter une quantité beaucoup plus grande de nourriture pour en retirer le même nombre de calories. Pour la majorité des espèces, bien adaptées à leur environnement, le problème économique est de fait résolu, sinon elles ne pourraient survivre aux chocs qui affectent leur biotope, et elles auraient tôt fait de disparaître. La résilience des écosystèmes aux chocs montre au contraire qu'ils recèlent en leur sein de nombreuses marges de manœuvre : ils sont loin de la survie économique et témoignent de la production d'un certain « surplus ».

De la même manière, les sociétés humaines traditionnelles ne sont pas constamment au bord de la famine. [Sahlins \(1974\)](#) montre comment cette vision est une projection des préjugés des observateurs occidentaux sur des sociétés que tout conduit à définir comme des sociétés d'abondance. Même en dehors des sociétés de chasseurs-cueilleurs, où le temps de travail est particulièrement réduit, il y a toujours existence d'un surplus considérable, qui est dépensé de manière ostentatoire, parfois dans des célébrations collectives ([Sahlins, 1974](#) ; [Clastres, 1974](#), p. 166-167).

Prenant ces constatations comme point de départ, Georges Bataille renverse dans *La part maudite*, les présupposés de l'économie traditionnelle, qui pose comme principe la rareté. À la maxime économiste selon laquelle *there is no free lunch*, Bataille oppose qu'« à la surface du globe, pour la matière vivante en général, l'énergie est toujours en excès ». La problématique de l'économie se trouve finalement « toujours posée en termes de luxe, le choix est limité au mode de dilapidation des richesses » ([Bataille, 1959](#), p. 72). Analysés sous cet angle, les mouvements de la vie, comme la manducation (et donc l'allongement des chaînes trophiques) ou la sexualité, apparaissent comme de grandioses dissipations d'énergie. Bataille étudie ensuite les sociétés humaines sous l'angle de la dilapidation des richesses, des dépenses improductives. À partir du propos de Bataille, Jacques [Weber \(1985\)](#) a montré qu'une des caractéristiques de la société capitaliste était l'usage du surplus pour l'accumulation et non pour la destruction qui renoue le lien social.

Malgré les preuves éthologiques et ethnographiques, malgré la mise en perspective magistrale de Bataille, cette conception d'une nature et d'une humanité qui peinent pour leur subsistance persiste parce qu'elle est un préjugé constitutif de l'esprit capitaliste.

Dès 1947, Polanyi avait déconstruit le rôle joué par la recherche de subsistance dans les rouages du capitalisme dans « Our obsolete market mentality ». Pour lui, la question de la faim, c'est-à-dire du besoin, n'est pas automatiquement liée aux circonstances de la production. Au contraire, les contraintes de l'autorégulation du système de marché instituent la faim et le gain comme mécanismes « économiques » déclenchant l'activité productive. En effet le système de marché « ne fonctionne que si les individus ont une bonne raison de s'adonner à l'activité qui consiste à "acquérir un revenu". La faim et le gain, séparément et conjointement, leur fournissent cette raison. » ([Polanyi, 1947b](#), p. 509) Ce système est entièrement nouveau à l'échelle de l'humanité et repose « sur une idée fausse. Intrinsèquement, la faim et le gain ne sont pas plus "économiques" que l'amour ou la haine. Aucune motivation humaine n'est économique en soi. » ([Polanyi,](#)

1947b, p. 508) Ainsi, la façon dont Keynes envisage le problème économique (la fourniture des besoins) en tant que déclencheur de la production de biens matériels, est historiquement liée à la société de marché. Elle ne relève pas de l'universel de l'histoire humaine, mais de la conception spécifique et inédite de la société occidentale du XIX^e siècle.

Polanyi affirme que le problème économique n'est pas une affaire individuelle : « L'individu n'est, en effet, jamais menacé de famine, à moins que la communauté entière ne se trouve elle aussi dans cette situation » (Polanyi, 1947a, p. 524). C'est dire qu'en dehors de situation de crise, où l'existence même de la société est menacée, le problème économique n'existe pas. A contrario, dans la société capitaliste, la gestion du système de marché par les stimuli conjoints du gain et de la faim, font du problème économique une affaire individuelle.

La projection de catégories structurantes du capitalisme sur les autres sociétés et jusqu'au monde animal¹⁷ produit ainsi la vision naturaliste de Keynes du problème économique. Quoiqu'elle soit encore partagée par certains, et notamment par des économistes, cette vision n'est plus recevable à notre époque.

E.4.2 ...ou un problème social ?

À l'examen, le problème économique n'est pas une fatalité qui pèse sur l'humanité, mais une invention récente. Les sociétés capitalistes recherchent toujours la « meilleure » allocation de leurs ressources, « rares » par construction. Elles se vouent structurellement à la rareté et donc au problème économique. Keynes avait taillé une brèche dans cette clôture théorique en distinguant des besoins absolus, qu'un individu ressent indépendamment de ses semblables, et des besoins relatifs, créés par son interaction avec eux. En négligeant les besoins relatifs, Keynes s'interdit d'appréhender la construction sociale des besoins absolus. Par contrecoup, ceux-ci sont naturalisés, et le problème économique aussi. Que Keynes relaie cette conception naturaliste du problème économique témoigne simplement de la prégnance des préjugés de la société capitaliste. Le problème économique apparaît être un leurre, un fétiche qui voile un problème plus fondamental.

L'essai de Keynes aide à lever un coin du voile. En effet, si le problème économique est, chez Keynes, encore naturalisé, il n'est plus, grâce à la finitude des besoins absolus, l'horizon indépassable de l'humanité. Si Keynes ne semble pas remettre en cause son existence dans le passé, il n'est en revanche pas complètement dupe en ce qui concerne la société de son époque. Bien qu'il entrevoie la fin du problème économique un siècle plus tard, il parle en même temps des « nécessités supposées » (p. 141, §47) du problème économique, ce qui exprime une certaine réserve. Keynes est plus explicite dans la préface des *Essays in Persuasion*, postérieure d'un an aux *Perspectives...*. Il y affirme « la profonde conviction que le Problème Économique, comme on peut l'appeler en bref, ce problème du besoin et de la pauvreté et cette lutte économique entre classes et entre nations, tout cela n'est qu'une effroyable confusion, une confusion éphémère et *sans nécessité*. Pour

17. Cette manière de penser le monde naturel avec des catégories économiques va très loin. Donald Worster (1977, chap. 8) a ainsi pu montrer que la lutte pour la vie de Darwin était en fait inspirée de *L'essai sur la population* de Malthus.

venir à bout du Problème Économique qui absorbe maintenant nos énergies morales et matérielles, le monde occidental possède déjà en effet les ressources et les techniques nécessaires ; il lui reste à créer l'organisation capable de les mettre en œuvre de manière adéquate. » (Keynes, 1972, p. 12-13) Remarquons que Keynes lui-même a souligné « sans nécessité ».

Le problème économique, au moins pour la société du temps de Keynes, perd donc son caractère de nécessité naturelle, mais découle d'un problème d'organisation sociale. Il s'agit de savoir comment une société s'organise pour répondre aux besoins, besoins absolus, mais surtout besoins relatifs, ceux de la compétition, du désir de prééminence, du pouvoir. Une société doit trouver un mode de satisfaction de ses besoins, sous peine d'imploser. « Les hommes ne se sont jamais attaqués qu'à une besogne, qui est de faire une société vivable. » (Lévi-Strauss, 1956, p. 454) Au cœur des sociétés humaines se trouve, non le problème économique, mais ce qu'on appellera le problème social, ou, pour employer un terme galvaudé par les médias, le vivre-ensemble. L'interrogation sur la bonne façon de « s'opposer sans se massacrer » (Mauss), de faire société, traverse l'ensemble de la philosophie politique.

Le problème économique n'est donc pas le problème de l'Homme, mais une forme du problème social, forme spécifique à la société capitaliste. L'idéologie capitaliste naturalise le problème économique, en fait une loi de la vie, elle masque ainsi son origine qui est une solution particulière du problème social. Il n'est par conséquent pas étonnant que nous prenions les apparences pour la réalité, que nous ne pas voyons pas que le problème économique n'est que le travestissement du problème social.

L'avènement du capitalisme a résolu temporairement le problème social en le transformant en problème économique, selon la thèse d'Hirschman dans *Les passions et les intérêts*. Les structures sociales du capitalisme conduisent à harmoniser les intérêts divergents de chacun par le biais des mécanismes économiques : la solution au problème social se trouve dans la sphère économique. « La diffusion des structures capitalistes résulte en grande partie de la recherche non moins acharnée [que celle des calvinistes d'assurer leur salut personnel – c'est l'interprétation de Weber] d'un moyen d'éviter l'effondrement de la société, à une époque où celle-ci se trouvait constamment menacée dans ses fondements mêmes par la précarité des conditions dans lesquelles se maintenait l'ordre intérieur et extérieur. » (Hirschman, 1977, 117, souligné par Hirschman)

La poursuite de l'intérêt économique a été considérée à partir du XVII^e siècle comme un moyen particulièrement astucieux et économe en ressources morales de canaliser la violence sociale. Pour utiliser les termes de René Girard, la société humaine doit contenir la rivalité mimétique¹⁸, c'est-à-dire le désir de l'un pour ce que désire l'autre, qui menace de sourdre. Le capitalisme a canalisé cette rivalité mimétique dans la recherche de biens matériels, l'exutoire n'est plus le sacrifice du bouc émissaire mais l'accroissement de la production.

Cela a représenté une nouveauté incomparable dans l'Histoire humaine. L'économie, en devenant le moyen de résoudre le problème social, s'est en fait ex-

18. Aglietta et Orléan (1982) ont repris la problématique de la rivalité mimétique pour construire leur théorie de la monnaie. Avant eux, Simmel (1900) avait suivi une voie proche dans le fondement de sa théorie de la valeur, voir en particulier la deuxième section du chapitre 1 « Valeur et argent ».

tériorisée, elle s'est échappée de la sphère sociale, puisque le règlement de la conflictualité du social était maintenant soumis à son arbitrage. On rejoint ainsi la thèse du désencastrement présentée par Polanyi dans la *Grande Transformation* : « *L'économie de l'homme est en général immergée dans ses relations sociales*. Le changement qui, au contraire, conduisit à une société *immergée* dans le système économique était un développement entièrement nouveau. » (Polanyi, 1947b, 509, souligné par Polanyi)

Avec le développement de ce système et le passage à la société capitaliste, la croissance est devenue le moyen de calmer l'envie que ces transformations avaient suscitée. Aujourd'hui, les politiques de croissance jouent le rôle fonctionnel de régulation sociale, la croissance est recherchée (parfois même « avec les dents »¹⁹) parce qu'elle met en sourdine les revendications sociales. La croissance laisse à l'individu l'espérance que sa position s'améliorera relativement à celle des autres, elle a donc un rôle certain de pacification sociale par la promesse qu'elle délivre. Des études de psychologie économique depuis les travaux d'Easterlin ont montré que le niveau moyen de revenu influe peu sur la satisfaction, mais qu'une anticipation d'une hausse de ce revenu, comme dans un contexte de croissance, rend plus heureux (Clark et Senik, 2008). L'arrêt de la croissance comme on le connaît depuis la crise signale au contraire le retour des contestations, l'irruption possible de la violence et la détérioration du « vivre-ensemble ».

E.4.3 La camisole du problème économique

Nous pouvons maintenant comprendre pourquoi les besoins relatifs jouent un rôle si puissant dans le système capitaliste. Dans beaucoup de sociétés, les besoins auxquels subvient le système économique expriment des normes culturelles du suffisant, en adéquation avec les moyens possédés. La spécificité du capitalisme est de réévaluer constamment la norme des besoins culturellement admis. En réalité, il n'y a plus de norme du suffisant, puisque la confrontation des positions sociales passe par la possession des biens matériels. La norme du suffisant est renversée en norme du déficient, minimum en-dessous duquel on devient un marginal. La dynamique des besoins relatifs pousse à la hausse cette norme du déficient. Galbraith (1958b) reconnaissait que les besoins sont engendrés, de manière passive, par l'émulation. Mais il accusait surtout la publicité de dénaturer les besoins, de les créer activement pour les besoins de la production (et *in fine* du plein emploi). Loin d'être une réponse aux choix souverains du consommateur, l'offre pousse la demande. Si la production des besoins fonctionne aussi comme le décrit Galbraith, il a tort d'insister davantage sur la production des désirs que sur la force de la rivalité mimétique. Il faut en effet interroger l'efficacité de la publicité, déterminer quel ressort puissant est activé.

Pour éveiller le désir, la publicité joue sur le besoin de reconnaissance sociale, sur la position à laquelle les biens renvoient. « L'homme n'est pas un être économique, mais un être social. En se procurant des biens matériels, son but n'est pas de préserver son intérêt personnel, mais plutôt de s'assurer la bienveillance, un certain statut et des avantages sociaux. » (Polanyi, 1947b, p. 509) Toutefois, le

19. Ce n'est sans doute pas dans ce sens-là que Keynes voulait que l'économie devienne « comme la dentisterie », servie par des « gens humbles et compétents » (p. 141, §47).

capitalisme instaure une équivalence entre les biens matériels et la place dans la société. Les biens matériels connotent le statut social, et réciproquement : le statut social passe par l'exhibition des biens matériels acquis. C'est cela qui rend inédite la société occidentale et qui pousse à cette expansion des besoins, indépendamment de la manipulation de la demande. Polanyi avait bien vu la fonction du système économique, au-delà des apories de l'*homo œconomicus*, qui est d'assurer le statut social. La compétition sociale et le lien social lui-même, passent par le système économique. Tandis que, dans d'autres sociétés ayant des modes de régulation différents des tensions et de reproduction du lien social, les besoins relatifs ne s'expriment pas, ils sont libérés dans toute leur étendue dans la société capitaliste. Baudrillard (1974), dans *La société de consommation*, a décrit comment le système des besoins de l'individu contemporain est tourné vers la possession des marchandises, qui ne sont plus que de simples signes, consommables à l'infini, des biens qui marquent la position sociale.

Ce serait donc une erreur de considérer l'apaisement des tensions sociales par la croissance de la production comme un effet secondaire bénéfique d'un phénomène externe qui serait le progrès des sciences et des techniques. Au contraire, la croissance est une nécessité, elle est recherchée de manière directe. En effet, si la dynamique de la compétition pour le statut n'est pas spécifique à la société capitaliste, en revanche la réduction au champ économique de cette dynamique est spécifique à la société capitaliste. La croissance est la conséquence de cette polarisation des énergies sociales dans le champ économique, en même temps qu'une nécessité pour atténuer cette polarisation : la société ne résisterait pas longtemps à cette mise en tension généralisée qu'opère la réduction économique. Mais la croissance diffère simplement les tensions, elle les déplace dans le temps.

Avec la puissance des besoins relatifs, reproduits de période en période, la dynamique du capitalisme n'est pas prête de s'arrêter. La mécanique est si bien huilée que nous avons du mal à comprendre ce qui nous arrive. Nous sommes tellement plongés dans notre univers économique que nous croyons que tout cela est naturel, que nous sommes voués au travail et à la rareté depuis la nuit des temps. Alors que le problème social nous fait face, nous croyons voir en lui un problème économique ; le fonctionnement de l'économie capitaliste nous voile la compréhension du problème social. Cela est inquiétant ; il nous faut regarder vers d'autres sociétés, d'autres lieux et d'autres époques pour nous rendre compte que tout ceci n'est qu'une forme spécifique d'organisation sociale.

Nous sommes partis des réflexions de Keynes. Nous les avons examinées à la lueur de travaux d'économistes et d'anthropologues, et nous avons ainsi abouti à une problématique très différente. Keynes a limité son analyse à la satisfaction des besoins absolus. Il en a déduit, au regard des progrès en cours, la fin prochaine du problème économique. Le problème central est alors de trouver de quoi occuper le vieil Adam, qui n'est plus poussé par la nécessité. De notre côté, nous avons placé au cœur de la dynamique du capitalisme les besoins relatifs. Les besoins relatifs ont une importance déterminante dans le fonctionnement du capitalisme car ils codent en langage économique les données du problème social (l'envie, le ressentiment, la quête de prestige). Pour nous, la question de l'occupation ne se pose plus, car le problème économique n'est jamais résolu mais toujours reproduit. La question devient celle de l'envahissement de l'existence

par la question économique, son occupation de tout l'espace social par l'intermédiaire de la croissance des besoins relatifs. Elle débouche sur la façon d'abandonner pratiquement l'envahissant problème économique. D'après l'analyse qui précède, cet abandon nécessite *a minima* la reconceptualisation du problème social et de sa résolution par la société de marché. Cette préoccupation est celle de divers mouvements de réflexion qu'Alain Caillé a proposé de regrouper sous le nom de convivialisme (Caillé et al., 2010 ; Caillé, 2011).

E.4.4 Pourquoi quitter le capitalisme ?

Même si Keynes ne traite pas la question directement en ces termes, les thèmes de son essai peuvent nous éclairer, car Keynes partage certaines de nos interrogations. Il a très bien perçu l'emprise excessive que prend le problème économique. Dans le passage de la préface des *Essays in Persuasion* qui suit l'affirmation explicite que le problème économique est une illusion, il dit « continue[r] d'espérer et de croire que le jour n'est pas éloigné où le Problème Économique sera refoulé à la place qui lui revient : l'arrière plan ; et que le champ de bataille de nos cœurs et de nos têtes sera occupé, ou plutôt réoccupé par nos véritables problèmes, ceux de la vie et des relations entre hommes, ceux des créations de l'esprit, ceux du comportement et de la religion. » (Keynes, 1972, p. 13)

Dans les *Perspectives...*, notre question se retrouve autour des interrogations sur la place à accorder aux arts de la vie. Keynes cherche bien à nous délivrer de la mentalité capitaliste, qui n'aura plus de nécessité avec la fin du problème économique (si tant est qu'elle n'en ait jamais eu, ajouterions-nous). Mais il avance ses arguments délicatement, comme pour nous protéger de la commotion que provoquerait la révélation de l'absurdité de ce système. Il affirme qu'il nous faudra abandonner ces habitudes de pensée capitaliste, désormais désuètes ; mais, comme pour nous préparer mentalement sans nous affoler, il atténue la témérité de sa proposition en repoussant cet abandon dans cent ans. Bien qu'il pense que cela soit faisable tout de suite, il ne voit pas de raisons de se presser.

Il pourrait suffire en effet que nous abandonnions peu à peu nos habitudes capitalistes, pour « revenir à certains des principes les plus assurés et les moins ambigus de la religion et de la vertu traditionnelle » (p. 140, §42). Le mot important ici est revenir. On pourrait soutenir que Keynes conçoit les mentalités traditionnelles, comme l'art de vivre, à la façon d'une ressource toujours disponible et mobilisable. Les pratiques culturelles traditionnelles survivraient même dans un univers où règne l'amour de l'argent, de même que le don s'exprime encore dans la société contemporaine dominée par l'échange calculateur²⁰. Comme nous l'avons vu en E.3.3, le problème n'est pas si simple et Keynes lui-même nourrit une sorte d'inquiétude à ce sujet. Lorsqu'il remarque qu'il y a nul inconvénient à encourager les arts de la vie (p.141, §46), il cache cette inquiétude derrière une confiance, un détachement et une libéralité qui pourraient n'être qu'un coup de bluff pour conjurer un avenir plus noir que prévu.

20. À côté de l'évidente présence du don dans des domaines extra-économiques, éventuellement marginaux, le Mouvement anti-utilitariste en sciences sociales (MAUSS) défend la thèse que le don, comme catégorie d'analyse et comme pratique, est pertinent dans la société capitaliste contemporaine (Chanial, 2008).

Keynes pressent que les arts de la vie sont à la merci des activités utilitaires et mis en danger par l'amour de l'argent. Conscient de leur valeur et de leur fragilité, il ne veut peut-être les encourager que pour les sauver d'une destruction programmée. Il se rend compte qu'un monde où auraient été abolies toutes les institutions et coutumes traditionnelles serait proprement invivable (p. 141, §47). Il y a donc bien un risque, dans le cours de l'approfondissement de notre vie économique, de sacrifier certaines des valeurs et des pratiques les plus importantes.

Les arts de la vie sont d'autant plus fragiles qu'ils nécessitent un long apprentissage, une habitude patiemment aguerrie. Or la mentalité capitaliste et ses « principes pseudo-moraux [...] nous ont fait ériger en vertus sublimes certaines des caractéristiques les plus déplaisantes de la nature humaine » (p. 137, §30). Le capitalisme a enlevé tout ce qui entravait l'amour de l'argent, « un état morbide plutôt répugnant, l'une de ces inclinations à demi criminelles et à demi pathologiques dont on confie le soin en frissonnant aux spécialistes des maladies mentales. » (p. 137, §30) L'esprit du capitalisme, la recherche systématique et méthodique du profit, ne laisse plus de place pour les arts de la vie. Keynes souhaite avec force conserver les arts de la vie dans toute leur dignité parce qu'ils sont un moyen d'occuper le vieil Adam, en dehors de toute nécessité. Pour Keynes, le capitalisme libère la puissance de l'esprit de lucre et développe la production de biens matériels. Mais le même processus conduit aussi à marginaliser les arts de la vie, qui, non exercés, courent le risque de disparaître. Le capitalisme nous transporte dans la société d'abondance, mais, dans le même mouvement, nous prive de la possibilité d'en jouir. Si Keynes ne demande pas à sortir du capitalisme, l'esprit qui l'anime doit être canalisé, limité à des activités utilitaires strictement encadrées.

Keynes s'inquiétait avant tout parce que la poursuite des activités utilitaires allait faire de la société un désert culturel. Il n'imaginait sans doute pas que le capitalisme pourrait d'abord transformer la Terre en désert. Ce sont les effets écologiques du capitalisme qui nous préoccupent aujourd'hui en priorité. La dynamique du capitalisme, la croissance des moyens matériels disponibles, se nourrit en effet de consommations de nature de toutes sortes : minerais, sols, espèces. Avec la croissance, les prélèvements s'accroissent. Les rythmes écologiques, la régénération de la nature sont maintenant conditionnés à la logique des circuits économiques. Une fois encore Polanyi avait nettement compris le phénomène : « Permettre au mécanisme du marché de diriger seul le sort des êtres humains et de leur milieu naturel, et même, en fait, du montant et de l'utilisation du pouvoir d'achat, cela aurait pour résultat de détruire la société.[...] La nature serait réduite à ses éléments, l'environnement naturel et les paysages souillés, les rivières polluées, la sécurité militaire compromise, le pouvoir de produire de la nourriture et des matières premières détruit. » (Polanyi, 1944, p. 108)

La dynamique du capitalisme sape peu à peu les conditions de vie, les supports de vie sur lesquels se fondent les sociétés humaines. La société de croissance se paie d'une dégradation écologique, comme il est couramment reconnu depuis l'après-guerre, période de bouleversements si intenses et si rapides qu'elle a permis à beaucoup de saisir ce qui ne s'aperçoit que dans la longue durée. La solution économique du problème social, c'est-à-dire le fonctionnement spécifique de la socialité dans le capitalisme, n'est plus soutenable pour les autres espèces

et bientôt pour nous. Elle doit être rapidement abandonnée, sous peine d'une lente dégradation des conditions environnementales, voire de catastrophes écologiques.

L'existence des dégradations écologiques justifie donc notre problématique, la sortie du capitalisme, plus radicale que celle de Keynes. Pour éviter la crise écologique, il faut sortir de cette obsession du problème économique, qui ne pousse qu'à accroître la production. L'analyse du texte de Keynes nous a permis d'appréhender d'importantes facettes du fonctionnement du capitalisme, qui sont autant d'obstacles pour se débarrasser du problème économique : l'importance des besoins relatifs, la fausse naturalité de l'économie et du travail. La question environnementale nous oblige à considérer de face le problème dans son intégralité et en son fondement, à savoir la gestion de la reconnaissance et de l'envie, la façon de faire société. L'examen du problème social doit donc être réouvert. Nous ne pouvons plus nous contenter du tour de passe-passe réductionniste qui fait du problème social un simple problème économique. Au final, il s'agit rien moins que d'inventer un nouveau type de société. Tâche immense, dont il n'est pas sûr qu'elle puisse être menée à bien par une expérimentation consciente.

*
* *

Notre analyse a montré l'importance vitale de reconsidérer le problème social, de se départir de l'obsession du problème économique. Se pose donc la question des modalités pratiques de la sortie du capitalisme, de l'abandon de l'amour de l'argent. Keynes a résolu ce problème à sa façon. Dans sa vision naturaliste du problème économique, la simple poursuite de l'accumulation capitaliste nous ferait abandonner l'esprit de lucre, qui n'aura plus de nécessité. Il a donc à sa disposition un mécanisme endogène qui lui permet d'avoir confiance en l'avenir. Grâce à ce dispositif, la sortie du capitalisme est comme inéluctable, ce qui donne à l'essai de Keynes une grande force messianique. Mais la vision naturaliste n'est plus recevable pour nous. Au cours de cet essai, nous avons au contraire mis l'accent sur les mécanismes proprement sociaux à l'œuvre dans le capitalisme, et qui n'apparaissaient pas nettement chez Keynes. La reconnaissance que le problème est social mais non économique rend plus difficile la croyance en de simples mécanismes automatiques. La sortie du capitalisme ne sera pas naturelle mais politique.

Appendices techniques

A.1 APPENDICE AU CHAPITRE 1

A.1.1 Un modèle de croissance avec learning-by-doing

Nous présentons ici un modèle de croissance fondé sur le *learning-by-doing*. Ce modèle, analogue au modèle AABH, fournira des équations macro-économiques à peu près similaires à celles du modèle AABH.

Comme dans le modèle AABH, un bien final Y est produit de manière concurrentielle à partir d'un bien intermédiaire propre Y_c et d'un sale Y_d , au travers d'une fonction de production CES, avec ϵ pour élasticité de substitution. Les deux biens intermédiaires sont produits avec du travail et des machines selon la fonction de production $Y_j = L_j^{1-\alpha} A_j^{1-\alpha} x_j^\alpha$, où $j = c, d$. Chaque machine x_j est produit par un monopoliste, et demande ψ unités de bien final comme consommation intermédiaire par unité de machine.

La maximisation du profit du producteur, preneur de prix, du bien final donne : $p_c/p_d = (Y_c/Y_d)^{-1/\epsilon}$. Comme la fonction de production du bien final est linéaire, ce profit est nul ; si le prix du bien final est normalisé à 1, la relation suivante doit être vérifiée : $[p_c^{1-\epsilon} + p_d^{1-\epsilon}]^{1/(1-\epsilon)} = 1$.

La maximisation du profit du producteur, preneur de prix, du bien intermédiaire j donne les conditions suivantes (où w est le salaire et q_j le prix de la machine) : $w = (1-\alpha)p_j L_j^{-\alpha} A_j^{1-\alpha} x_j^\alpha$ et $q_j = \alpha p_j L_j^{1-\alpha} A_j^{1-\alpha} x_j^{\alpha-1}$. La dernière condition se met facilement sous la forme d'une fonction de demande iso-élastique : $x_j = \left(\frac{\alpha p_j}{q_j}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} A_j L_j$.

Le monopoliste producteur de la machine x_j choisit son prix q_j pour maximiser le profit, en connaissant la fonction de demande. Le prix q_j s'obtient en ajoutant une marge constante au coût marginal : $q_j = \psi/\alpha$. De même que [Acemoglu et al. \(2012\)](#), nous normalisons $\psi \equiv \alpha^2$ et obtenons $x_j = p_j^{\frac{1}{1-\alpha}} A_j L_j$. Cette condition, ajoutée à l'égalité des salaires dans les deux secteurs par libre circulation des travailleurs, donne $p_c/p_d = (A_c/A_d)^{-(1-\alpha)}$. Avec la condition de normalisation des prix, nous déduisons $p_c = \frac{A_d^{1-\alpha}}{(A_c^\varphi + A_d^\varphi)^{1/(1-\epsilon)}}$ où $\varphi = (1-\alpha)(1-\epsilon)$.

Dans ces conditions, $Y_j = p_j^{\alpha/(1-\alpha)} A_j L_j$ et $L_c/L_d = (A_c/A_d)^{-\varphi}$. Le plein-emploi des travailleurs implique alors $L_c = \frac{A_d^\varphi}{(A_c^\varphi + A_d^\varphi)}$. En conséquence, $x_c = \frac{A_c A_d^{1+\varphi}}{(A_c^\varphi + A_d^\varphi)^{(\varphi+1)/\varphi}}$.

Finalement $Y_c = (A_c^\varphi + A_d^\varphi)^{-\frac{\alpha+\varphi}{\varphi}} A_c A_d^{\alpha+\varphi}$, $Y_d = (A_c^\varphi + A_d^\varphi)^{-\frac{\alpha+\varphi}{\varphi}} A_c^{\alpha+\varphi} A_d$ et $Y = (A_c^\varphi + A_d^\varphi)^{-\frac{1}{\varphi}} A_c A_d$.

À ce stade, le modèle est quasi-identique au modèle AABH (comparer les dernières équations avec (1.5)), et nous n'avons pas eu besoin de l'artifice d'un continuum de machines pour aboutir à cette résolution de l'équilibre.

La différence va venir de la dynamique. Dans le modèle AABH, les équations dynamiques donnant l'évolution des productivités A_j sont liées à la répartition

des chercheurs dans le secteur. Ici nous utilisons l'hypothèse de *learning-by-doing* d'Arrow (1962). Nous écrivons donc que la productivité de chacun des secteurs est fonction de l'évolution passée de la production. Autrement dit, plus la production augmente, plus l'efficacité monte et également, plus la production diminue, plus l'efficacité baisse. Nous introduisons donc des effets de désapprentissage lorsque la production diminue. Ce qui s'écrit²¹ $A_{j(t+1)}/A_{jt} = Y_{jt}/Y_{j(t-1)}$. L'évolution de notre économie est donc totalement déterminée, comme dans le cas AABH, par les conditions initiales A_{c0} , A_{d0} et les ratios antérieurs $Y_{c0}/Y_{c(-1)}$ et $Y_{d0}/Y_{d(-1)}$.

Nous voulons analyser l'évolution de l'économie, considérée comme un système dynamique. Notons $\tau_{jt} = A_{j(t+1)}/A_{jt}$ et $a_t = A_{dt}/A_{ct}$. De manière évidente $a_{t+1} = a_t \frac{\tau_{dt}}{\tau_{ct}}$. L'évolution par *learning-by-doing* permet alors d'écrire : $\tau_{c(t+1)} = \frac{Y_{c(t+1)}}{Y_{ct}} = \frac{A_{c(t+1)}}{A_{ct}} \frac{A_{d(t+1)}^{\alpha+\varphi}}{A_{dt}^{\alpha+\varphi}} \left(\frac{A_{ct}^\varphi + A_{dt}^\varphi}{A_{c(t+1)}^\varphi + A_{d(t+1)}^\varphi} \right)^{\frac{\varphi+\alpha}{\varphi}} = \tau_{ct} \left(\frac{1+a_t^{-\varphi}}{1+a_{t+1}^{-\varphi}} \right)^{\frac{\varphi+\alpha}{\varphi}}$. De manière similaire, $\tau_{d(t+1)} = \tau_{dt} \left(\frac{1+a_t^\varphi}{1+a_{t+1}^\varphi} \right)^{\frac{\varphi+\alpha}{\varphi}}$. Nous remarquons que le taux de croissance de l'économie est donné par $1+g_t = Y_{t+1}/Y_t = \tau_{dt} \frac{1+a_{t+1}^\varphi}{1+a_t^\varphi} = \tau_{ct} \frac{1+a_{t+1}^{-\varphi}}{1+a_t^{-\varphi}}$.

Avec ces nouvelles variables, nous avons un système dynamique comprenant les seules variables τ_{ct} , τ_{dt} , a_t , totalement spécifié par la donnée de τ_{c0} , τ_{d0} , a_0 .

Nous introduisons la variable auxiliaire $T_t = \tau_{dt}/\tau_{ct}$. Cette variable mesure le déséquilibre des taux de croissance de la productivité entre les secteurs. Nous avons $a_{t+1} = a_t T_t$ et $T_{t+1} = T_t \left(\frac{1+a_t^\varphi}{1+a_{t+1}^\varphi} \right)^{\frac{\varphi+\alpha}{\varphi}} \left(\frac{1+(a_t T_t)^{-\varphi}}{1+(a_t T_t)^\varphi} \right)^{\frac{\varphi+\alpha}{\varphi}} = T_t^{1-(\varphi+\alpha)}$. On peut donc résoudre $T_n = T_0^{(1-(\varphi+\alpha))^n}$, et également

$$a_{n+1} = a_0 T_0^{\sum_{k=0}^n (1-(\varphi+\alpha))^k} = a_0 T_0^{(1-(1-(\varphi+\alpha))^{n+1})/(\varphi+\alpha)}.$$

Le comportement du système dynamique à l'infini dépend du signe de $\alpha + \varphi$, exactement comme dans Acemoglu et al. (2012).

1. BIENS FAIBLEMENT SUBSTITUABLES OU COMPLÉMENTAIRES. Si $\alpha + \varphi > 0$, c'est-à-dire, dans la terminologie d'Acemoglu et al. (2012), si les biens intermédiaires sont des substituts faibles ou des compléments dans la production du bien final, comme nous avons toujours également $\alpha + \varphi < 1$ (car $\epsilon > 0$), alors la suite (T_n) converge de manière monotone vers 1 et (a_n) converge vers $a_0 T_0^{1/(\varphi+\alpha)}$. Dans ce cas, on prouve facilement que les suites (τ_{dn}) et (τ_{cn}) sont deux suites adjacentes qui convergent vers la même limite : (τ_{dn}) (le taux de croissance du secteur sale) décroît et (τ_{cn}) (le taux de croissance du secteur sale) croît lorsque $T_0 > 1$ (le secteur sale croît initialement plus vite que le propre), tandis que la situation est inversée lorsque $T_0 < 1$ (le secteur propre croît initialement plus vite que le sale). Cette limite commune est aussi le taux de croissance de l'économie, elle est comprise entre τ_{d0} et τ_{c0} , taux de croissance initiaux des secteurs sale et propre.

Dans le cas de biens faiblement substituables ou complémentaires, l'économie atteint un sentier de croissance équilibrée dans lequel les deux secteurs croissent au même rythme.

21. Une formulation plus générale serait $A_{j(t+1)}/A_{jt} = f(Y_{jt}/Y_{j(t-1)})$ où f est une fonction croissante. Ici nous avons choisi $f = \text{id}$. Pour éliminer les effets de désapprentissage, on pourrait choisir $f(x) = [x]_+ = \max(x, 0)$. Pour limiter la croissance de la productivité, on pourrait plafonner la fonction.

2. BIENS FORTEMENT SUBSTITUABLES. Si $\alpha + \varphi < 0$, c'est-à-dire si les biens intermédiaires sont des substituts forts dans la production du bien final, alors la situation dépend de la position de T_0 par rapport à 1. Supposons pour commencer $T_0 < 1$: initialement le secteur propre croît plus vite que le secteur sale. Alors (T_n) converge de manière monotone vers 0, ce qui signifie que le taux de croissance du secteur propre devient infiniment supérieur au taux de croissance du secteur sale. De même (a_n) tend vers 0, ce qui signifie que la productivité du secteur propre devient infiniment supérieure à celle du secteur sale. Regardons ce qui arrive au taux de croissance du secteur propre. Nous pouvons écrire : $\frac{\tau_{c(t+1)}}{\tau_{ct}} = \left(\frac{1+a_t^{-\varphi}}{1+(a_t T_t)^{-\varphi}} \right)^{\frac{\varphi+\alpha}{\varphi}}$. On voit facilement que τ_{cn} croît : la croissance du secteur propre est de plus en plus forte. On aimerait savoir si le taux de croissance du secteur propre tend vers une limite finie. On peut exprimer τ_{cn} comme un produit infini $\tau_{c(n+1)} = \tau_{c0} \prod_{k=0}^n (1 + u_n)$, où $1 + u_n = \left(\frac{1+a_n^{-\varphi}}{1+(a_n T_n)^{-\varphi}} \right)^{\frac{\varphi+\alpha}{\varphi}}$. Le comportement convergent du produit infini $\prod_{k=0}^n (1 + u_n)$ dépend du comportement de la série $\sum u_n$. Ici un développement de Taylor-Young montre que $u_n \sim \frac{\alpha+\varphi}{\alpha} a_n^{-\varphi}$. En se rappelant que $\varphi < 0$ et que a_n est comme un $T_0^{q^n}$ (avec $q > 1$), la série équivalente est convergente, et par conséquent le produit infini converge. Le taux de croissance du secteur propre τ_{cn} atteint donc une limite finie, supérieure au taux de croissance initial τ_{c0} , dans le même temps le taux de croissance du secteur sale τ_{dn} décroît vers 0. Le taux de croissance du secteur propre est le taux de croissance de l'économie.
- Lorsque $T_0 > 1$, (T_n) diverge en croissant vers $+\infty$, de même que (a_n) . La situation est inversée entre les deux secteurs, mais l'analyse est la même.
- Dans le cas de biens fortement substituables, s'il y a un déséquilibre entre les taux de croissance des secteurs, les effets du *learning-by-doing* amplifient ce déséquilibre, l'économie atteint un état de croissance stationnaire où la croissance est portée par un seul secteur, celui qui initialement croissait le plus vite, tandis que l'autre s'éteint peu à peu.
- Dans le cas de biens fortement substituables, on voit que le déséquilibre de productivité entre les deux secteurs, mesuré par a_n , croît de façon surexponentielle. Si l'on effectue une simulation numérique, on constate qu'on obtient des taux de croissance de long-terme proprement faramineux. Mais on peut facilement corriger cela en optant pour une fonction f de *learning-by-doing*, qui relie le taux de croissance de la production au taux de croissance de la productivité, qui soit, par exemple, bornée par 2%.

A.1.2 Dynamique de la pollution et ses conséquences sur le moyen terme

Cet appendice regroupe quelques remarques sur la façon dont le modèle AABH traite la pollution.

Dynamique de la pollution

Le terme de pollution qui dégrade la qualité environnementale S est $-\xi Y_{dt}$. D'autres possibilités²² sont proposées dans l'article, mais toutes partagent la même caractéristiques : le terme de dégradation dépend uniquement de la pollution courante. Bien que cela soit réaliste pour certains types de pollution, par exemple des polluants locaux tels que les NOx ou les SOx, dans d'autres, cette modélisation est irréaliste, quand le polluant dure plus d'une période. Les radio-nucléides, les CFC, par exemple, ont des effets durables sur la qualité environnementale. Pour étudier cette situation plus générale, il faut introduire un stock de polluant Z_t . L'équation d'évolution de l'environnement devient :

$$S_{t+1} = \max(0, \min(\bar{S}, -\xi Z_t + (1 + \delta)S_t))$$

L'équation d'accumulation du stock de polluant Z_{t+1} est :

$$Z_{t+1} = (1 - \rho)Z_t + Y_{d(t+1)}$$

En toute généralité, la capacité de régénération de l'environnement ρ doit dépendre de la qualité environnementale totale S_t . Le modèle AABH est un cas particulier de ce modèle avec $\rho = 1$, c'est-à-dire qu'il suppose implicitement qu'il y a dégradation totale des polluants à chaque période. Une autre manière de voir le modèle AABH, plus conforme à l'utilisation qui en est faite dans le cas des émissions de CO₂, est de considérer qu'à chaque étape, l'état de l'environnement est en équilibre avec le stock de pollution. Il y a alors une relation univoque entre l'état de l'environnement et le stock de pollution, et l'équation d'accumulation de la pollution est transformée en équation d'évolution de l'environnement. C'est cette modélisation qui est choisie dans le cas du CO₂. En séparant ces effets, on obtient nos deux équations : une équation d'accumulation de la pollution et une équation d'évolution de l'environnement sous l'effet de la pollution accumulée. Ce cadre général se réduit au modèle AABH lorsque la pollution ne s'accumule pas ou lorsque l'environnement est en équilibre avec le stock de pollution.

Si on utilise cette évolution dynamique de la pollution dans le modèle AABH, l'analyse de long-terme est à peu près la même, et l'on peut tirer les mêmes conclusions que [Acemoglu et al. \(2012\)](#), sous la réserve de la qualité environnementale soit suffisamment importante. Pourtant, le « suffisamment important » est nettement plus important quand l'accumulation a des effets cumulés que le « suffisamment important » d'AABH quand la pollution passée n'a pas d'effet sur la qualité environnementale courante, comme nous allons le montrer. Les conséquences sont avant tout pratiques : une action plus vigoureuse et plus rapide est requise, parce que le stock hérité de pollution contraint les futures possibles et nous laisse moins de latitude pour agir.

Quelques clarifications sur le moyen terme

L'article [Acemoglu et al. \(2012\)](#) suppose à plusieurs endroits de son argumentation que la qualité environnementale initiale est « suffisamment grande ». De

22. Ces possibilités sont $S_{t+1} = -f(Y_{dt}/Y_t)Y_t + (1 + \delta)S_t$ ou $S_{t+1} = -f((\int_0^1 x_{dit} di)/Y_t)Y_t + (1 + \delta)S_t$.

manière plus rigoureuse, comme nous l'avons montré en 1.2.2, il faudrait dire que le bassin d'attraction de la qualité environnementale initiale est « suffisamment » large. Le « suffisamment » est une formulation de mathématiques pures, qui n'a pas de valeur pratique si elle n'est pas accompagnée d'un critère pour décider si la qualité environnementale est en réalité suffisamment grande ou non. Une proposition mathématique qui dit qu'il existe une borne, sans donner la valeur de cette borne ni de possibilité de la construire, sera peu éclairante pour les applications pratiques. Or il n'est pas intéressant de savoir que si le bassin d'attraction est suffisamment grand, alors le laissez-faire conduira à terme à l'état de haute qualité environnementale. Ce qui nous intéresse est de savoir si un bassin d'attraction donné est effectivement assez grand pour supporter une politique de laissez-faire qui, à court terme, dégrade l'environnement.

Nous proposons un critère opératoire qui éclaire la dynamique de moyen terme, ce critère devra permettre de dire si la qualité initiale est suffisamment haute ou non. Le critère de taille du bassin d'attraction suffisamment large sera précisé dans le cas du modèle AABH et dans le cas du modèle avec pollution de stock.

Nous ne faisons pas ici l'hypothèse simplificatrice que $S_0 = \bar{S}$ parce qu'elle n'est pas nécessaire et qu'elle obscurcit la discussion sur l'importance des valeurs initiales.

Rappelons que la suite de qualité environnementale $(S_n)_n$ est définie par la condition initiale S_0 et la relation de récurrence $S_{n+1} = \max(0, \min(\bar{S}, -\xi Y_{dn} + (1 + \delta)S_n))$. Nous introduisons une autre suite $(\tilde{S}_n)_n$ définie par la condition $\tilde{S}_0 = S_0$ et la relation de récurrence $\tilde{S}_{n+1} = -\xi Y_{dn} + (1 + \delta)\tilde{S}_n$. De manière évidente, $\tilde{S}_n = S_n$ tant que $\forall i \in \llbracket 0, n \rrbracket, 0 \leq \tilde{S}_i \leq \bar{S}$. Appelons N le premier n (si il existe) tel que cela ne soit pas le cas. Si $\tilde{S}_N < 0$, alors $S_N = 0$. Parce que la pollution est positive ou nulle, la suite $(\tilde{S}_n)_n$ divergera vers $-\infty$.

On peut donc voir que si $\lim \tilde{S}_n = -\infty$, alors $(S_n)_n$ atteint 0 en temps fini, et que donc il y a un désastre environnemental. Une condition nécessaire pour éviter un désastre environnemental est donc que $(\tilde{S}_n)_n$ ne diverge pas vers $-\infty$.

Calculons de manière explicite la suite \tilde{S}_n . Nous avons $\tilde{S}_{n+1} = (1 + \delta)^{n+1} S_0 - \xi \sum_{i=0}^n (1 + \delta)^{n-i} Y_{di}$. Supposons que Y_d croisse à un taux constant g (g peut-être négative mais nécessairement $g \geq -1$), alors $Y_{di} = Y_{d0}(1 + g)^i$. Nous faisons cette hypothèse afin d'obtenir une formule close, bien que dans le modèle AABH Y_d ne suive pas strictement une croissance exponentielle. Alors

$$\begin{aligned}\tilde{S}_{n+1} &= (1 + \delta)^{n+1} \left[S_0 - \frac{\xi Y_0}{\delta - g} * \left(1 - \left(\frac{1 + g}{1 + \delta} \right)^{n+1} \right) \right] \\ \tilde{S}_{n+1} &= (1 + \delta)^{n+1} \left(S_0 - \frac{\xi Y_0}{\delta - g} \right) + (1 + g)^{n+1} \frac{\xi Y_0}{\delta - g}\end{aligned}$$

Le calcul des limites conduit aux conditions nécessaires suivantes pour éviter un désastre environnemental : $g < \delta$ et $S_0 \geq \xi Y_0 / (\delta - g)$. Cela fournit bien une quantification de la qualité environnementale initiale nécessaire pour éviter un désastre environnemental. Mais il est possible de voir cette relation d'une autre façon, et de calculer le taux de croissance de Y_d nécessaire pour éviter un désastre environnemental : $g \leq \delta - \xi Y_0 / S_0$.

Selon [Acemoglu et al. \(2012, p. 146\)](#), dans le cas $\bar{S} = \infty$, la production sale peut croître, tant que le taux de régénération est supérieure au taux de croissance de la pollution. Cela n'est pas tout à fait vrai, mais dépend de la valeur initiale de l'environnement S_0 . Si $g \geq \delta$, il y a toujours un désastre environnemental, comme dit p. 146. Si $g < \delta$, on peut éviter un désastre environnemental seulement si $S_0 > \xi Y_0 / (\delta - g)$. Avec la loi d'évolution additive, Y_d ne peut pas croître à long-terme et doit rester en dessous de Δ/ξ .

Nous déduisons maintenant les conditions nécessaire pour éviter un désastre environnemental dans le cas du modèle avec stock de pollution que nous avons introduit précédemment. Nous supposons toujours $Y_{dn} = Y_{d0}(1+g)^n$. Et $\forall n \in \mathbb{N}$, $Z_n = (1-\rho)Z_{n-1} + Y_{dn}$, le stock de pollution héritée est Z_{-1} . Nous pouvons ainsi trouver Z_n .

$$Z_n = (1-\rho)^{n+1} S_0 - \xi \sum_{i=0}^n (1-\rho)^{n-i} Y_{di}$$

$$Z_n = (1-\rho)^{n+1} \left(Z_{-1} - \frac{Y_0}{\rho+g} \right) + (1+g)^{n+1} \frac{Y_0}{\rho+g}$$

Trouver \tilde{S}_n n'est pas plus difficile. Nous avons toujours $\tilde{S}_{n+1} = (1+\delta)^{n+1} S_0 - \xi \sum_{i=0}^n (1+\delta)^{n-i} Z_i$. Donc

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{n+1} = (1+\delta)^{n+1} & \left[S_0 - \frac{\xi(1-\rho)}{\delta+\rho} \left(Z_{-1} - \frac{Y_0}{\rho+g} \right) \left(1 - \left(\frac{1-\rho}{1+\delta} \right)^{n+1} \right) \right. \\ & \left. - \frac{\xi Y_0 (1+g)}{(\delta-g)(\rho+g)} \left(1 - \left(\frac{1+g}{1+\delta} \right)^{n+1} \right) \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{n+1} = (1+\delta)^{n+1} & \left(S_0 - \frac{\xi(1-\rho)}{\delta+\rho} \left(Z_{-1} - \frac{Y_0}{\rho+g} \right) - \frac{\xi Y_0 (1+g)}{(\delta-g)(\rho+g)} \right) \\ & + (1-\rho)^{n+1} \frac{\xi(1-\rho)}{\delta+\rho} \left(Z_{-1} - \frac{Y_0}{\rho+g} \right) + (1+g)^{n+1} \frac{\xi Y_0 (1+g)}{(\delta-g)(\rho+g)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{n+1} = (1+\delta)^{n+1} & \left(S_0 - \frac{\xi Z_{-1}}{\delta+\rho} (1-\rho) - \frac{\xi Y_0}{\delta-g} \frac{1+\delta}{\rho+\delta} \right) \\ & + (1-\rho)^{n+2} \frac{\xi}{\delta+\rho} \left(Z_{-1} - \frac{Y_0}{\rho+g} \right) + (1+g)^{n+2} \frac{\xi Y_0}{(\delta-g)(\rho+g)} \end{aligned}$$

C'est pourquoi les conditions nécessaires pour éviter un désastre environnemental sont $g < \delta$ et $S_0 \geq \frac{\xi Z_{-1}}{\delta+\rho} (1-\rho) + \frac{\xi Y_0}{\delta-g} \frac{1+\delta}{\rho+\delta}$. Ce qui peut être récrit comme $S_0 \geq \frac{\xi Z_{-1}}{\delta+\rho} (1-\rho)$ et $g \leq \delta - \frac{\xi Y_0}{S_0 - \frac{\xi Z_{-1}}{\delta+\rho} (1-\rho)} \frac{1+\delta}{\rho+\delta}$.

Les calculs précédents confirment que la qualité environnementale doit être plus forte quand il y a un effet de stock de la pollution.

A.1.3 Quelques rappels sur les systèmes dynamiques discrets

Nous rappelons ici comment on peut trouver graphiquement les propriétés des suites récurrentes $u_{n+1} = f(u_n)$. Nous utilisons abondamment ces outils graphiques dans la partie 1.2.

Pour étudier les propriétés qualitatives de la loi d'évolution f , nous traçons sur un même diagramme le graphe de la fonction $u_{n+1} = f(u_n)$ et la droite d'équation $u_{n+1} = u_n$ (en rouge). Ce diagramme permet de voir graphiquement les propriétés d'une suite $u_{n+1} = f(u_n)$ définie par itération de la fonction f , c'est-à-dire de la dynamique définie par f .

L'intersection du graphe de la fonction f et de la droite donne les points fixes de f , c'est-à-dire les points d'équilibre de la dynamique. Ce sont en effet les points pour lesquels $u_n = f(u_n)$. Le diagramme donne donc visuellement les équilibres possibles de la dynamique définie par f . Mais l'intérêt de ce type de diagramme est également de permettre la lecture graphique de la stabilité de l'équilibre.

Les deux cas dont nous ferons usage dans nos explications sont représentés sur la figure A.1. Dans les deux cas différents, celle-ci contient le graphe de la fonction $u_{n+1} = f(u_n)$, la droite $u_{n+1} = u_n$, ainsi que les premiers termes de la suite et le point d'équilibre E . En fonction de la position de la tangente par rapport à la courbe au point d'équilibre, l'équilibre est stable ou instable.

Sur la figure A.1 (a), l'équilibre est stable. En effet, si la valeur absolue de la dérivée de f au point d'équilibre est plus petite que 1 (graphiquement si la fonction f traverse « horizontalement » la droite), alors le point est un équilibre localement stable. Au contraire, sur la figure A.1 (b), l'équilibre est instable. Si la valeur absolue de la dérivée de f est plus grande que 1 (graphiquement si la fonction f traverse « verticalement » la droite), alors le point est un équilibre instable.

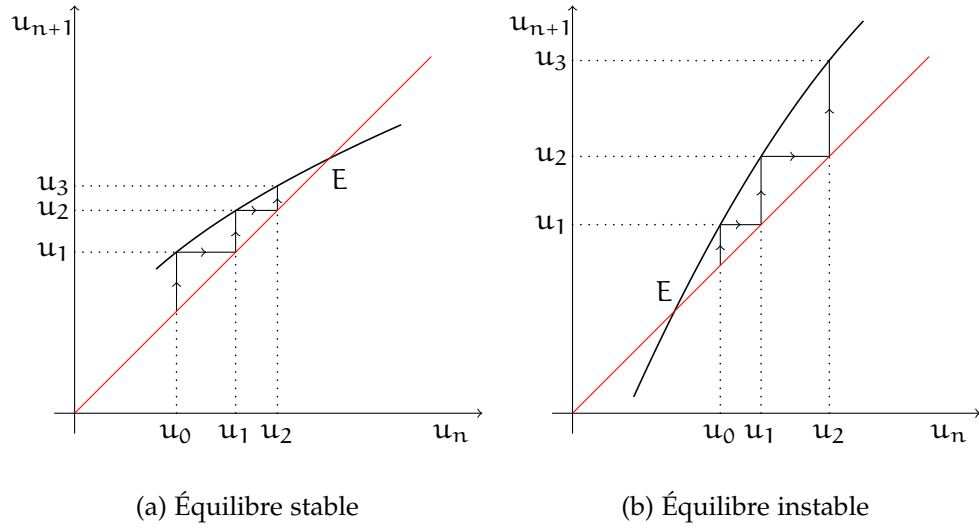
Ces propriétés se comprennent intuitivement. Au voisinage d'un point d'équilibre, l'écart à l'équilibre entre une position et la suivante est multiplié par la valeur absolue de la dérivée de f . Lorsque la valeur absolue est plus petite que 1, l'écart se réduit, et la dynamique converge alors vers l'équilibre. Lorsqu'elle est plus grande que 1, l'écart à l'équilibre augmente, la dynamique éloigne de l'équilibre, qui est donc instable. On pourra se référer au manuel de Hubbard (1999) sur les systèmes dynamiques pour des exemples et les preuves des propriétés.

A.1.4 Proportion optimale de chercheurs

Pour déterminer la proportion optimale dans le secteur de la recherche propre, on part de l'équation d'égalité de la valeur sociale d'un travailleur propre et d'un secteur propre (cf. équation (1.11))

$$\lambda_t \hat{p}_{ct} (1 - \alpha) \frac{Y_{ct}}{L_{ct}} = \mu_{ct} \gamma \eta_c A_{c,t-1} \quad (\text{A.1})$$

Le multiplicateur λ_t représente la valeur de la consommation, le multiplicateur μ_{ct} est associé à l'équation (1.6). Il représente la valeur sociale de la produc-

FIGURE A.1: Dynamique engendrée par la fonction f

tivité A_{ct} dans le secteur propre. L'équation déterminant μ_{ct} est toujours donnée par l'équation (A.13) de (Acemoglu et al., 2012) :

$$\mu_{ct} = \lambda_t \left(\frac{\alpha}{\psi} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1-\alpha) \hat{p}_{ct}^{\frac{1}{1-\alpha}} L_{ct} + (1 + \gamma \eta_c s_{c,t+1}) \mu_{c,t+1} \quad (A.2)$$

On définit : $\tilde{\mu}_{ct} = \mu_{ct} / \left(\lambda_t \left(\frac{\alpha}{\psi} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1-\alpha) \hat{p}_{ct}^{\frac{1}{1-\alpha}} L_{ct} \right)$.

L'équation devient :

$$\tilde{\mu}_{ct} = 1 + \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\hat{p}_{c,t+1}}{\hat{p}_{ct}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \frac{L_{c,t+1}}{L_{ct}} (1 + \gamma \eta_c s_{c,t+1}) \tilde{\mu}_{c,t+1} \quad (A.3)$$

Comme la recherche est totalement effectuée dans le secteur propre, $A_{ct} \rightarrow +\infty$, donc, parce que $\epsilon > 1$, $\frac{\hat{p}_{c,t+1}}{\hat{p}_{ct}} \sim 1$ et alors $\frac{L_{c,t+1}}{L_{ct}} \sim 1$. Notons s_c la limite de s_{ct} . Alors $\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \sim \frac{(1+\gamma\eta_c s_c)^{-\sigma}}{1+\rho}$. Donc $\tilde{\mu}_{ct} \sim 1 + \frac{(1+\gamma\eta_c s_c)^{1-\sigma}}{1+\rho} \tilde{\mu}_{c,t+1}$, ce qui conduit à :

$$\tilde{\mu}_{ct} \sim \frac{1}{1 - \frac{(1+\gamma\eta_c s_c)^{1-\sigma}}{1+\rho}} \quad (A.4)$$

Comme $Y_{ct} = \left(\frac{\alpha}{\psi} \hat{p}_{ct} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A_{ct} L_{ct}$ (équation (A.12) de (Acemoglu et al., 2012)) et $A_{c,t-1} = A_{ct} / (1 + \gamma \eta_c s_{ct})$ (équation (11) de (Acemoglu et al., 2012)), l'équation (A.1) devient, après simplification

$$1 \sim \frac{L_{ct}}{1 - \frac{(1+\gamma\eta_c s_c)^{1-\sigma}}{1+\rho}} \frac{\gamma \eta_c}{1 + \gamma \eta_c s_{ct}} \quad (A.5)$$

Parce que $L_{ct} \sim 1 - s_c$ et $s_{ct} \sim s_c$, on obtient ainsi une égalité entre limites, qui s'écrit, après réarrangement :

$$1 - \frac{(1 + \gamma \eta_c s_c)^{1-\sigma}}{1 + \rho} = \frac{\gamma \eta_c (1 - s_c)}{1 + \gamma \eta_c s_c} \quad (A.6)$$

C'est l'équation (1.12) utilisée dans le corps du texte.

A.2 APPENDICE AU CHAPITRE 3

Cet appendice présente quelques compléments sur les fonctions de production, en particulier sur les conditions d'équivalence entre la frontière des salaires et la fonction de production. Dans la section 3.2.1, nous avons étudié cette équivalence dans le cas où existe une fonction macro-économique homogène de degré 1. Nous étudions ici deux cas qui s'éloignent du cas standard.

A.2.1 Une fonction de production homothétique

Si une fonction de production macro-économique existe, on a des raisons de penser qu'elle sera homogène²³ de degré 1. Ce ne sera cependant pas le cas si il y a des effets de congestion. Pour bien comprendre l'intérêt et les limites de la frontière des salaires, examinons ce qu'il advient dans le cas d'une fonction de production homothétique.

Supposons par exemple que l'on ait une fonction de production homothétique. Dans ce cas les isoquantes sont toutes obtenues par une homothétie, de telle sorte qu'elles toutes la même forme, indépendamment du niveau de production. En revanche le rapport d'homothétie entre deux isoquantes ne sera pas, en général, égal au rapport entre les niveaux de production (ce qui est la propriété des fonctions homogènes de degré 1). Donnons-nous un exemple de représentation analytique d'une telle fonction de production. On choisit $f(k)$, fonction du capital par tête, qui vérifie les bonnes propriétés. On suppose en revanche que $h(\cdot)$ est croissante mais tend à l'infini vers une limite finie : cela représente en général une limite de capacité à la production, à équipement constant (c'est-à-dire à capital par tête constant). La fonction de production est : $Y = h(Lf(k))$

Les conditions de maximisation s'écrivent :

$$rp_K/p_Y = h'(Lf(k))f'(k) \quad (\text{A.7})$$

$$w/p_Y = h'(Lf(k))(f(k) - kf'(k)) \quad (\text{A.8})$$

On s'aperçoit donc que le capital par tête est fixé dans ce cas par le rapport entre le salaire et le profit relatif, tandis que le niveau de production est fixé en fonction du salaire relativement au prix du produit fini. Dans ce cas, on n'a pas besoin d'ajouter une contrainte entre les prix relatifs, contrairement au cas précédent.

Le profit pur est alors $p_Y \cdot (h(Lf(k)) - h'(Lf(k))Lf(k))$, il sera positif si l'on a toujours $h(x) \geq x \cdot h'(x)$. Une condition suffisante est que h soit concave, mais elle n'est pas nécessaire. Par exemple si $h(x) = x^\beta$, $\beta < 1$, on a une fonction de production à rendement d'échelle β , et il est bien connu que cela génère des profits positifs.

Pouvons-nous tracer une frontière des salaires avec les mêmes propriétés que dans le cas homogène de degré 1 ? Nous ne pouvons en espérer autant, étant donné que la taille de l'économie influe sur les variables. Maintenons constant

23. [Johansen \(1972\)](#) le montre en raisonnant sur la taille optimale des unités de production, voir également ([Johansen, 1959](#), p. 160-161, n. 7).

le niveau de production Y , ce qui revient à fixer $Lf(k) = h^{[-1]}(Y)$. Alors on peut tracer, en vertu des relations (A.7,A.8), une courbe (r, w) à production constante. À chaque niveau de production correspond une frontière des salaires, homothétique aux autres (on voit d'après les (A.7,A.8) que toutes les courbes sont multipliées dilatées par $h'(h^{[-1]}(Y))$). Lorsque la production augmente cependant, les courbes se rapprochent de l'origine, traduisant une efficacité moindre. La frontière des salaires à production constante permet-elle de retrouver les variables de l'économie ?

En un point de la frontière, la pente de la tangente redonne encore le capital par tête de l'économie. Toutefois, on ne peut rien déduire de plus. L'ordonnée à l'origine de la tangente permet de retrouver la part par travailleur du produit versée au travail et au capital. Mais dans le cas d'une fonction homothétique, cette part n'épuise pas le produit. Le profit du producteur ne peut pas être recouvré à partir de la frontière des salaires. Une analyse des équations permettant de tracer cette frontière le fait bien comprendre. Elle ne dépend que de la fonction h' , alors que le produit dépend de h . Or il n'y a pas de lien en un même point entre la valeur de la dérivée d'une fonction et la valeur de la fonction.

A.2.2 Comportement monopoliste

On peut prendre un dernier exemple pour comprendre les limites de la frontière des salaires. On se place dans le cas où le producteur de bien final fait face à une fonction de production homogène de degré 1. Cependant au lieu d'être preneur de prix, on suppose que le producteur de bien final est un monopoliste. Si l'élasticité de la demande est σ constante, supérieure à 1, alors le producteur fixe son prix égal en multipliant le coût marginal par une marge $\rho = \sigma/(\sigma - 1)$. De la sorte les conditions de maximisation (3.2), (3.3) deviennent :

$$rp_K/p_Y = f'(k)/(1 + \rho) \quad (\text{A.9})$$

$$w/p_Y = (f(k) - kf'(k))/(1 + \rho) \quad (\text{A.10})$$

On peut toujours tracer dans ces conditions la frontière salaire-intérêt. La pente permettra de retrouver le capital par tête. Mais l'ordonnée à l'origine ne donnera pas le produit par tête, mais seulement le produit par tête diminuée de la rente de monopole.

*
* *

Lorsqu'il existe une fonction de production, la frontière des salaires ne permet pas toujours de retrouver les variables de l'économie. La frontière des salaires manque notamment les parties de la production qui ne sont pas liées aux facteurs travail ou capital, comme le profit pur (dû à des rendements d'échelle ou à des rentes de monopole).

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAHAM-FROIS, Gilbert (dir.) (1974) — *Problématiques de la croissance*, Volume 2 : Marx, Sraffa et le retour aux classiques, Paris : Economica. Cité p. 513 et 515.
- ABRAHAM-FROIS, Gilbert (2008) — *Capital et croissance*, Paris : Economica. Cité p. 187 et 188.
- ABRAHAM-FROIS, Gilbert et GOERGEN, Alain (1998) — « La réalité “fantomatique” du “reswitching” », *Revue d'économie politique* 108(6), p. 799–811. Cité p. 218.
- ABRAMOVITZ, Moses (1952) — « Economics of Growth », in B. F. HALEY (dir.), *A Survey of Contemporary Economics*. Vol. 2, p. 132–182. Homewood : Irwin. Cité p. 169.
- ACEMOGLU, Daron, AGHION, Philippe, BURZSTYN, Leonard et HEMOUS, David (2012) — « The Environment and Directed Technical Change », *The American Economic Review* 102(1), p. 131–166. Cité p. 4, 28, 29, 34, 35, 42, 45, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 61, 79, 84, 491, 492, 494, 496 et 498.
- AFFEISSA, Hicham-Stéphane (dir.) (2007) — *Éthique de l'environnement : Nature, valeur, respect*, Paris : Vrin. Cité p. 22.
- AGARWAL, Anil et NARAIN, Sunita (1991) — « Global Warming in an Unequal World : a case of environmental colonialism », New Delhi, Center for Science and Environment. Cité p. 385.
- AGHION, Philippe, HEMOUS, David et VEUGELERS, Reinhilde (2009, novembre) — « No Green Growth without Innovation », rapport, Bruegel Policy Brief. Cité p. 28 et 29.
- AGHION, Philippe et HOWITT, Peter (1992) — « A Model of Growth Through Creative Destruction », *Econometrica* 60(2), p. 323–351. Cité p. 29 et 33.
- AGHION, Philippe et HOWITT, Peter (1998) — *Endogenous Growth Theory*, Cambridge (Mass.) : MIT Press. Cité p. 67.
- AGHION, Philippe et VEUGELERS, Reinhilde (2009, décembre) — « No Green Growth without Innovation », *Handelsblatt*. Cité p. 29.
- AGLIETTA, Michel (1982) [1997] — *Régulation et crises du capitalisme*, Paris : Odile Jacob. Cité p. 98 et 227.
- AGLIETTA, Michel et ORLÉAN, André (1982) — *La violence de la monnaie*, Paris : P.U.F. Cité p. 23, 364, 418, 438 et 484.
- AKERLOF, George A. (2007) — « The Missing Motivation in Macroeconomics », *The American Economic Review* 97(1), p. 3–36. Cité p. 257 et 438.

- ALDRED, Jonathan (2012, juillet) — « Climate change uncertainty, irreversibility and the precautionary principle », *Cambridge Journal of Economics* 36(5), p. 1051–1072. Cité p. 222.
- ALLAIS, Maurice (1953) — « Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : Critique des postulats et axiomes de l'école Américaine », *Econometrica* 21(4), p. 503–546. Cité p. 255, 445, 446 et 450.
- ALLÈGRE, Claude (2009, novembre) — « L'écologie des Verts, c'est la philosophie du déclin », *Le Figaro magazine* 20320, p. 70. Cité p. 298.
- ALLÈGRE, Claude (2010) — *L'imposture climatique ou La fausse écologie : conversations avec Dominique de Montvalon*, Paris : Plon. Cité p. 298, 303, 308, 325 et 326.
- AMBROSI, Philippe (2004) — *Amplitude et calendrier des politiques de réduction des émissions face aux risques climatiques : leçons des modèles intégrés*, thèse de doctorat, École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris. Cité p. 260.
- AMBROSI, Philippe, HOURCADE, Jean-Charles, HALLEGATTE, Stéphane, LECOCQ, Franck, DUMAS, Patrice et HA-DUONG, Minh (2003) — « Optimal Control Models and Elicitation of Attitudes Towards Climate Damages », *Environmental Modeling and Assessment* 8(3), p. 133–147. Cité p. 52 et 259.
- AN, Sungbae, CHANG, Yongsung et KIM, Sun-Bin (2009, juillet) — « Can a Representative-Agent Model Represent a Heterogeneous-Agent Economy », *American Economic Journal : Macroeconomics* 1(2), p. 29–54. Cité p. 231.
- ANDREAU, Jean (1995) — « Présentation : Vingt ans après *L'Économie antique* de Moses I. Finley », *Annales. Histoire, Sciences Sociales* 50(5), p. 947–960. Cité p. 358.
- ANDREAU, Jean (2001) — « L'institutionnalisme de J. R. Commons et l'économie antique », *Cahiers d'économie politique* 40-41(2), p. 59–77. Cité p. 358.
- ANDREAU, Jean et ETIENNE, Roland (1984) — « Vingt ans de recherches sur l'archaïsme et la modernité des sociétés antiques », *Revue des études anciennes* 86, p. 55–83. Cité p. 358.
- ANGEL, Martin (1995) — *Economie, politique, environnement : critique de l'économie du bien-être*, Paris : Ecole Nationale des Mines de Paris. Cité p. 376.
- ARCHER, David (2005) — « Fate of Fossil Fuel CO₂ in Geologic Time », *Journal of Geophysical Research* 110(C09S05), doi :10.1029/2004JC002625. Cité p. 55 et 57.
- ARCHER, David et BROVKIN, Victor (2008) — « The Millennial Atmospheric Lifetime of Anthropogenic CO₂ », *Climatic Change* 90(3), p. 283–297. Cité p. 55.
- ARCHER, David, EBY, Michael, BROVKIN, Victor, RIDGWELL, Andy, CAO, Long, MIKOLAJEWICZ, Uwe, CALDEIRA, Ken, MATSUMOTO, Katsumi, MUNHOVEN, Guy, MONTENEGRO, Alvaro et TOKOS, Kathy (2009) — « Atmospheric Lifetime of Fossil Fuel Carbon Dioxide », *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 37, p. 117–134. Cité p. 55 et 57.

- ARRHENIUS, Svante (1907) [1910] — *L'évolution des mondes*, Paris : Ch. Béranger. Cité p. 235.
- ARROW, Kenneth J. (1962) — « The Economic Implications of Learning by Doing », *The Review of Economic Studies* 29(3), p. 155–173. Cité p. 38 et 492.
- ARROW, Kenneth J. (2007, janvier) — « Global Climate Change : A Challenge to Policy », *The Economists' Voice* 4(3). Cité p. 235.
- ASKENAZY, Philippe (2011) — *Les décennies aveugles : emploi et croissance, 1970-2010*, Paris : Seuil. Cité p. 89.
- ATTALI, Jacques et GUILLAUME, Marc (1974) — *L'anti-économique*, Paris : PUF. Cité p. 84, 85 et 333.
- AYKUT, Stefan Cihan, COMBY, Jean-Baptiste et GUILLEMOT, Hélène (2012) — « Climate Change Controversies in French Mass Media 1990–2010 », *Journalism Studies* 13(2), p. 157–174. Cité p. 317.
- AYRES, Robert U. (2001, septembre) — « The minimum complexity of endogenous growth models : the role of physical resource flows », *Energy* 26(9), p. 817–838. Cité p. 160.
- AYRES, Robert U. et KNEESE, Allen V. (1969) — « Production, Consumption, and Externalities », *The American Economic Review* 59(3), p. 282–297. Cité p. 119, 120, 121, 123, 125, 126, 223, 238 et 426.
- AYRES, Robert U. et WARR, Benjamin (2005) — « Accounting for growth : the role of physical work », *Structural Change and Economic Dynamics* 16(2), p. 181–209. Cité p. 143.
- AYRES, Robert U. et WARR, Benjamin (2009) — *The Economic Growth Engine : How Energy and Work Drive Material Prosperity*, Cheltenham ; Northampton (Mass.) : Edward Elgar. Cité p. 141, 143 et 160.
- AZARIADIS, Costas (1981) — « Self-Fulfilling Prophecies », *Journal of Economic Theory* 25(3), p. 380–396. Cité p. 115.
- BACKHOUSE, Roger E. et BATEMAN, Bradley W. (2009) — « Keynes and Capitalism », *History of Political Economy* 41(4), p. 645–671. Cité p. 472 et 475.
- BARNOSKY, Anthony D., HADLY, Elizabeth A., BASCOMPTE, Jordi, BERLOW, Eric L., BROWN, James H., FORTELIUS, Mikael, GETZ, Wayne M., HARTE, John, HASTINGS, Alan, MARQUET, Pablo A., MARTINEZ, Neo D., MOOERS, Arne, ROOPNARINE, Peter, VERMEIJ, Geerat, WILLIAMS, John W., GILLESPIE, Rosemary, KITZES, Justin, MARSHALL, Charles, MATZKE, Nicholas, MINDELL, David P., REVILLA, Eloy et SMITH, Adam B. (2012, juin) — « Approaching a state shift in Earth's biosphere », *Nature* 486(7401), p. 52–58. Cité p. 10.
- BARRETT, Scott et STAVINS, Robert (2003, décembre) — « Increasing Participation and Compliance in International Climate Change Agreements », *International Environmental Agreements* 3(4), p. 349–376. Cité p. 393.

- BARRO, Robert J. et SALA-I-MARTIN, Xavier (2004) — *Economic Growth* (2^e éd.), Cambridge (Mass.) : MIT Press. Cité p. 67, 136, 138 et 144.
- BATAILLE, Georges (1959) [1967] — *La Part maudite*, précédé de *La notion de dépense*, Paris : Éd. de Minuit. Cité p. 401 et 482.
- BAUDRILLARD, Jean (1974) — *La société de consommation : ses mythes, ses structures*, Paris : Gallimard. Cité p. 486.
- BAUMOL, William J. (1986) — « On the possibility of continuing expansion of finite resources », *Kyklos* 39(2), p. 167–179. Cité p. 131.
- BAYKAN, Baris Gencer (2007, juin) — « From limits to growth to degrowth within French green politics », *Environmental Politics* 16(3), p. 513–517. Cité p. 134.
- BEAUD, Michel (1998) — « Y a-t-il place pour la pensée dans l'univers des économistes universitaires ? », in Michon (1998), p. 21–36. Cité p. 12.
- BECK, Ulrich et VAN LOON, Joost (2011) — « 'Until the Last Ton of Fossil Fuel Has Burnt to Ashes' : Climate Change, Global Inequalities and the Dilemma of Green Politics », in D. HELD, A. FANE-HERVEY, ET M. THEROS (dir.), *The governance of climate change : science, economics, politics and ethics*, p. 111–134. Cambridge : Polity. Cité p. 163.
- BECKER, Gary S. et RAYO, Luis (2008) — « Why Keynes Underestimated Consumption and Overestimated Leisure for the Long Run », in Pecchi et Piga (2008), p. 179–184. Cité p. 466 et 467.
- BÉNICHOU, Paul (1948) — *Morales du Grand Siècle*, Paris : Gallimard. Cité p. 397, 399, 408 et 415.
- BENJAMIN, Walter (1940) [2000] — « Sur le concept d'Histoire », in *Œuvres III*, p. 427–443. Paris : Gallimard. Cité p. 114.
- BERGERET, Anne, CARDETTINI, Onelia, ELLWOOD, Irena, THÉRY, Daniel et VINAVER, Krystyna (1973, novembre) — « Réactions au rapport *The Limits to Growth* », rapport, Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Cité p. 123 et 124.
- BERNARD, Philippe J. (1984) — *Les trésors de Cérès : les fondements anthropologiques de l'économie*, Paris : SEDES. Cité p. 105.
- BERR, Eric (2009) — « Keynes and sustainable development », *International Journal of Political Economy* 38(3), p. 22–38. Cité p. 223.
- BESSET, Jean-Paul, COHN-BENDIT, Daniel, JADOT, Yannick et JOLY, Eva (2009, novembre) — « L'Union européenne détient les clefs du succès », *Le Monde*, p. 25. Cité p. 324, 325 et 326.
- BEZANSON, Anna (1922) — « The early use of the term Industrial Revolution », *The Quarterly Journal of Economics* 36(2), p. 343–349. Cité p. 147.
- BIDARD, Christian (1998) — « Choix de projet et théorie du capital fixe », *Revue d'économie politique* 108(6), p. 737–776. Cité p. 187.

- BIDDLE, Jeff (2012, avril) — « Retrospectives : The Introduction of the Cobb-Douglas Regression », *The Journal of Economic Perspectives* 26(2), p. 223–236. Cité p. 207 et 444.
- BINMORE, Ken G. (2005) — « Economic man—or straw man? », *Behavioral and Brain Sciences* 28(6), p. 817–818. Cité p. 355.
- BJERKHOLT, Olav (2009) — « The Making of the Leif Johansen Multi-Sectoral Model », *History of Economic Ideas* 17(3), p. 103–126. Cité p. 203.
- BLANCHARD, Olivier (2009) — « L'état actuel de la macroéconomie », *Revue française d'économie* 24(1), p. 3–40. Cité p. 436 et 437.
- BLAUG, Mark (2003) — « The Formalist Revolution of the 1950s », *Journal of the History of Economic Thought* 25(2), p. 145–156. Cité p. 444 et 447.
- BLINDER, Alan S. (1987) — « Keynes, Lucas, and Scientific Progress », *American Economic Review* 77(2), p. 130–136. Cité p. 437 et 439.
- BLISS, Christopher (1968) — « On Putty-Clay », *The Review of Economic Studies* 35(2), p. 105–132. Cité p. 203.
- BÖHRINGER, Christoph, LÖSCHEL, Andreas, MOSLENER, Ulf et RUTHERFORD, Thomas F. (2009, décembre) — « EU climate policy up to 2020 : An economic impact assessment », *Energy Economics* 31(Supplement 2), p. S295–S305. Cité p. 377.
- BOLDRIN, Michele et LEVINE, David K. (2008) — « All the Interesting Questions, Almost All the Wrong Reasons », in Pecchi et Piga (2008), p. 161–178. Cité p. 477.
- BOLTANSKI, Luc (2008) — *Rendre la réalité inacceptable : à propos de « la production de l'idéologie dominante »*, Paris : Demopolis. Cité p. 333.
- BOLTANSKI, Luc et CHIAPELLO, Ève (1999) — *Le nouvel esprit du capitalisme*, Paris : Gallimard. Cité p. 19, 86, 332 et 334.
- BOUKHARINE, Nicolas (1919) [1967] — *L'économie politique du rentier : critique de l'économie marginaliste*, Paris : EDI. Cité p. 343, 423 et 433.
- BOULDING, Kenneth E. (1948, juin) — « Samuelson's Foundations : The Role of Mathematics in Economics », *Journal of Political Economy* 56(3), p. 187–199. Cité p. 94 et 95.
- BOULDING, Kenneth E. (1966) — « The Economics of the Coming Spaceship Earth », in Jarrett (1966), p. 3–14. Cité p. 119, 121 et 123.
- BOULDING, Kenneth E. (1971) — « After Samuelson, Who Needs Adam Smith ? », *History of Political Economy* 3(2), p. 225–237. Cité p. 95 et 99.
- BOURGUINAT, Élisabeth (1998) — *Le siècle du persiflage 1734-1789*, Paris : P.U.F. Cité p. 398.

- BOYER, Robert (2003, décembre) — « L'anthropologie économique de Pierre Bourdieu », *Actes de la recherche en sciences sociales* **150**(5), p. 65–78. Cité p. 218.
- BOYER, Robert (2012) — « La discipline économique des années 1930 à nos jours », *Le Débat* **169**(2), p. 148–166. Cité p. 14 et 20.
- BRISSET, Nicolas (2012, décembre) — « Deux approches de l'influence du discours économique sur les phénomènes sociaux », *Revue de philosophie économique* **13**(2), p. 25–62. Cité p. 440.
- BROCHIER, Hubert et KELLER, Tiziana (1998) — « Neutralité axiologique, éthique et économie selon Max Weber et Jürgen Habermas », in Michon (1998), p. 37–59. Cité p. 5.
- BROOK, Timothy (2009) — *Le chapeau de Vermeer : le xvii^e à l'aube de la mondialisation*, Paris : Payot. Cité p. 155.
- BRUHNS, Hinnerk (dir.) (2004) — *Histoire et économie politique en Allemagne de Gustav Schmoller à Max Weber*, Paris : Éditions MSH. Cité p. 341 et 544.
- BÜCHER, Karl (1893) [1974] — « stades de l'évolution économique », in Godelier (1974), p. 77–79. Cité p. 357.
- BURLING, Robbins (1962) — « Maximization Theories and the Study of Economic Anthropology », *American Anthropologist* **64**(4), p. 802–821. Cité p. 350.
- BUTON, Philippe (2012) — « L'extrême gauche française et l'écologie », *Vingtième Siècle. Revue d'histoire* **113**(1), p. 191–203. Cité p. 333.
- CAILLÉ, Alain (2005) — *Dé-penser l'économie : contre le fatalisme*, Paris : Découverte. Cité p. 14 et 19.
- CAILLÉ, Alain (2011) — *Pour un manifeste du convivialisme*, Lormont : Le Bord de l'eau. Cité p. 14 et 487.
- CAILLÉ, Alain, HUMBERT, Marc, LATOUCHE, Serge et VIVERET, Patrick (2010) — *De la convivialité : dialogues sur la société conviviale à venir*, Paris : la Découverte. Cité p. 487.
- CALDWELL, Bruce J. (1984, septembre) — « Praxeology and its Critics : an Appraisal », *History of Political Economy* **16**(3), p. 363–379. Cité p. 345.
- CALLON, Michel (dir.) (1998) — *The laws of market*, Oxford : Blackwell Publishers. Cité p. 15, 440 et 531.
- CALLON, Michel (2009, avril) — « Civilizing markets : Carbon trading between *in vitro* and *in vivo* experiments », *Accounting, Organizations and Society* **34**(3-4), p. 535–548. Cité p. 391.
- CALLON, Michel, LASCOUMES, Pierre et BARTHE, Yannick (2001) — *Agir dans un monde incertain : essai sur la démocratie technique*, Paris : Seuil. Cité p. 315 et 316.
- CAMERON, Rondo (1982) — « The Industrial Revolution : a Misnomer », *History Teacher* **15**(3), p. 377–384. Cité p. 149.

- CAMERON, Rondo (1985) — « A New View of European Industrialization », *The Economic History Review* 38(1), p. 1–23. Cité p. 149.
- CAMPAGNOLO, Gilles (2011) — « Enquête sur la “querelle des méthodes” », in G. CAMPAGNOLO (dir.), *Recherches sur la méthode dans les sciences sociales et en économie politique en particulier*, p. 421–547. Paris : EHESS. Cité p. 342.
- CANDELA, Guido (1978) — « Une présentation critique de la rente ricardienne : Un amendement », *Revue économique* 29(2), p. 395–401. Cité p. 106.
- CARABELLI, Anna et CEDRINI, Mario (2011) — « The Economic Problem of Happiness : Keynes on Happiness and Economics », *Forum for Social Economics* 40(3), p. 335–359. Cité p. 473 et 477.
- CARBON TRACKER (2012) — « Unburnable Carbon », rapport, Carbon Tracker. Cité p. 295.
- CARSON, Rachel (1962) [1963] — *Printemps silencieux*, Paris : Plon. Cité p. 117 et 318.
- CARTER, Scott (2011a, juillet) — « C.E. Ferguson and the Neoclassical Theory of Capital : A Matter of Faith », *Review of Political Economy* 23(3), p. 339–356. Cité p. 217 et 230.
- CARTER, Scott (2011b) — « “On the Cobb-Douglas and all that...” : the Solow-Simon correspondence over the aggregate neoclassical production function », *Journal of Post Keynesian Economics* 34(2), p. 255–274. Cité p. 208.
- CARTER, Scott (2012) — « CE Ferguson’s Lost Reply to Joan Robinson on the Theory of Capital », *Journal of the History of Economic Thought* 34(1), p. 21–41. Cité p. 217.
- CASTORIADIS, Cornélius (1979, juillet) — « L’industrie du vide », *Le Nouvel Observateur*. Cité p. 293 et 307.
- CASTORIADIS, Cornelius (1996) — *La montée de l’insignifiance*, La couleur des idées. Paris : Ed. du Seuil. Cité p. 306.
- CERON, Jean-Paul (1972, novembre) — « À qui profite l’anti-pollution ? », *Les Temps Modernes* 316, p. 750–759. Cité p. 333.
- CHAKRABARTY, Dipesh (2010, janvier–février) — « Le climat de l’histoire : quatre thèses », *La revue internationale des livres et des idées* 15. Cité p. 299.
- CHAMPERNOWNE, D. G. (1953, janvier) — « The Production Function and the Theory of Capital : A Comment », *The Review of Economic Studies* 21(2), p. 112–135. Cité p. 197.
- CHANIAL, Philippe (dir.) (2008) — *La société vue du don : manuel de sociologie anti-utilitariste appliquée*, Paris : La Découverte/MAUSS. Cité p. 14, 412 et 487.
- CHAO, Hung-po et PECK, Stephen (2000, janvier) — « Greenhouse gas abatement : How much ? and Who pays ? », *Resource and Energy Economics* 22(1), p. 1–20. Cité p. 376.

- CHEMIN, Ariane et BACQUÉ, Raphaëlle (2012, août) — « Le jour où *Le Monde* a publié la tribune de Faurisson », *Le Monde*, p. 12–13. Cité p. 307.
- CHETOUANI, Lamria (2007) — « Les mots de la controverse sur le changement climatique », *Le Télémaque* 31(1), p. 81–104. Cité p. 317.
- CHIAPELLO, Ève (2003) — « Reconciling the Two Principal Meanings of the Notion of Ideology : The Example of the Concept of the ‘Spirit of Capitalism’ », *European Journal of Social Theory* 6(2), p. 155–171. Cité p. 14.
- CHICHILNISKY, Graciela (1996) — « An axiomatic approach to sustainable development », *Social choice and welfare* 13(2), p. 231–257. Cité p. 258.
- CHICHILNISKY, Graciela et HEAL, Geoffrey M. (1993, octobre) — « Global Environmental Risks », *The Journal of Economic Perspectives* 7(4), p. 65–86. Cité p. 259.
- CHICHILNISKY, Graciela et HEAL, Geoffrey M. (1994, avril) — « Who should abate carbon emissions ? : An international viewpoint », *Economics Letters* 44(4), p. 443–449. Cité p. 374.
- CHICHILNISKY, Graciela et HEAL, Geoffrey M. (dir.) (2000) — *Environmental Markets : Equity and Efficiency*, New York : Columbia University Press. Cité p. 508 et 522.
- CHICHILNISKY, Graciela, HEAL, Geoffrey M. et STARRETT, David (2000) — « Equity and Efficiency in Environmental Markets : Global Trade in Carbon Dioxide Emissions », in Chichilnisky et Heal (2000), p. 46–67. Cité p. 374, 375 et 378.
- CHILOSI, Alberto (2009) — « Pecchi L., Piga G. (eds.) : Revisiting Keynes. Economic Possibilities for our Grandchildren », *Journal of Economics* 98(1), p. 89–92. Cité p. 467.
- CLARK, Andrew et SENIK, Claudia (2008) — « La croissance rend-elle heureux ? », in P. ASKHENAZY ET D. COHEN (dir.), *27 questions d’économie contemporaine*, p. 39–62. Paris : Albin Michel. Cité p. 485.
- CLARK, Brett et FOSTER, John Bellamy (2001, mars) — « William Stanley Jevons and The Coal Question : An Introduction to Jevons’s “Of the Economy of Fuel” », *Organization & Environment* 14(1), p. 93–98. Cité p. 108.
- CLASTRES, Pierre (1974) — *La Société contre l’État : recherches d’anthropologie politique*, Paris : Éd. de Minuit. Cité p. 482.
- CLERC, Denis (2005, septembre) — « Économie politique : la méthode de John Stuart Mill », *L’Économie politique* 27(3), p. 98–107. Cité p. 346.
- CLINE, William R. (1992) — *Global warming : the economic stakes*, Washington : Institute for International Economics. Cité p. 246, 256, 259 et 271.
- CLINE, William R. (2011, janvier) — « Valuation of Damages from Climate Change », *Improving the Assessment and Valuation of Climate Change Impacts for Policy and Regulatory Analysis*. Environmental Protection Agency and US Department of Energy, Washington DC. Cité p. 247.

- CODDINGTON, Alan (1970, avril) — « The Economics of Ecology », *New Society* 15(393), p. 595–597. Cité p. 120.
- COHEN, Avi J. (1984) — « The methodological resolution of the Cambridge controversies », *Journal of Post Keynesian Economics* 6(4), p. 614–629. Cité p. 215 et 224.
- COHEN, Avi J. et HARCOURT, Geoffrey C. (2003) — « Whatever Happened to the Cambridge Capital Theory Controversies? », *The Journal of Economic Perspectives* 17(1), p. 199–214. Cité p. 218 et 221.
- COHEN, Daniel (1996) — *Macroéconomie avancée*, Palaiseau : Ecole polytechnique. Cité p. 340.
- COINTE, Béatrice, RAVON, Paul-Alain et GUÉRIN, Emmanuel (2011) — « 2 °C : the history of a policy-science nexus », Working Papers IDDRI, n°19/11. Cité p. 277.
- COMMONER, Barry (1971) [1972] — *L'encerclement*, Paris : Seuil. Cité p. 120.
- CORBIN, Alain (1982) — *Le miasme et la jonquille : l'odorat et l'imaginaire social, XVIII^e–XIX^e siècles*, Paris : Aubier Montaigne. Cité p. 299.
- COREI, Thorstein (1995) — *L'économie institutionnaliste : les fondateurs*, Paris : Economica. Cité p. 345.
- CRASSOUS, Renaud (2008) — *Modéliser le long terme dans un monde de second rang : Application aux politiques climatiques*, thèse de doctorat, École d'agronomie de Paris, Paris. Cité p. 243.
- CRONON, William (1991) — *Nature's Metropolis : Chicago and the Great West*, New York : W.W. Norton. Cité p. 111, 360, 361 et 362.
- CRONON, William (1994) — *Changes in the Land : Indians, Colonists, and the Ecology of New England*, New York : Hill and Wang. Cité p. 350.
- CRUTZEN, Paul J. (2002) — « Geology of mankind », *Nature* 415(6867), p. 23–23. Cité p. 238.
- DAHAN-DALMEDICO, Amy (dir.) (2007) — *Les modèles du futur, Changement climatique et scénarios économiques : enjeux scientifiques et politiques*, Paris : La Découverte. Cité p. 530 et 544.
- DAHL, C.A. (1993) — « A Survey of Energy Demand Elasticities in Support of the Development of the NEMS », rapport, United States Department of Energy. Cité p. 65.
- DALTON, George (1961) — « Economic Theory and Primitive Society », *American Anthropologist* 63(1), p. 1–25. Cité p. 350.
- DALTON, George (dir.) (1971) — *Studies in Economic Anthropology*, Washington : American Anthropological Association. Cité p. 354 et 535.
- DALY, Herman E. (1968) — « On Economics as a Life Science », *The Journal of Political Economy* 76(3), p. 392–406. Cité p. 120 et 123.

- DALY, Herman E. (1997) — « Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz », *Ecological Economics* 22(3), p. 261–266. Cité p. 134.
- DASGUPTA, Partha (2008) — « Discounting Climate Change », *Journal of risk and uncertainty* 37(2-3), p. 141–169. Cité p. 248, 256 et 259.
- DASGUPTA, Partha et MÄLER, Karl-Goran (2003) — « The Economics of Non-Convex Ecosystems : Introduction », *Environmental and Resource Economics* 26(4), p. 499–525. Cité p. 46.
- DAVID, Olivier et FABRE, Adeline (2007) — *Les économies d'énergie dans l'habitat existant : une opportunité si difficile à saisir ?*, Paris : Presses de l'École des Mines de Paris. Cité p. 37.
- DAVIDSON, Paul (1982, décembre) — « Rational Expectations : A Fallacious Foundation for Studying Crucial Decision-Making Processes », *Journal of Post Keynesian Economics* 5(2), p. 182–198. Cité p. 221 et 229.
- DAVIS, Steven J., CALDEIRA, Ken et MATTHEWS, H. Damon (2010) — « Future CO₂ Emissions and Climate Change from Existing Energy Infrastructure », *Science* 329, p. 1330–1333. Cité p. 64.
- DE VRIES, Jan (2008) — *The Industrious Revolution : consumer behavior and the household economy, 1650 to present*, New York : Cambridge University Press. Cité p. 149, 151, 400 et 401.
- DE ZEEUW, J. W. (1978) — « Peat and the Dutch Golden Age : the historical meaning of energy-attainability », *Afdeling Agrarische Geschiedenis Bijdragen* 20, p. 3–31. Cité p. 161.
- DEBREU, Gerard (1984, juin) — « Economic Theory in the Mathematical Mode », *The American Economic Review* 74(3), p. 267–278. Cité p. 363.
- DEBREU, Gerard (1991) — « The Mathematization of Economic Theory », *The American Economic Review* 81(1), p. 1–7. Cité p. 93.
- DELÉAGE, Jean-Paul (1991) — *Histoire de l'écologie : une science de l'homme et de la nature*, Paris : La Découverte. Cité p. 118.
- DEPOORTÈRE, Christophe (2013) — « William Nassau Senior and David Ricardo on the Method of Political Economy », *Journal of the History of Economic Thought* 35(1), p. 19–42. Cité p. 340 et 341.
- DIAMOND, Arthur M. (2004) — « Zvi Griliches's Contributions to the Economics of Technology and Growth », *Economics of Innovation and New Technology* 13(4), p. 365–397. Cité p. 144.
- DOEL, Ronald E. (2009) — « Quelle place pour les sciences de l'environnement physique dans l'histoire environnementale ? », *Revue d'histoire moderne et contemporaine* 56(4), p. 137–164. Cité p. 236 et 318.
- DOSTALER, Gilles (2009) — *Keynes et ses combats*, Paris : Albin Michel. Cité p. 473 et 475.

- Downs, Anthony (1972) — « Up and down with ecology : the “issue-attention cycle” », *Public interest* 28(1), p. 38–50. Cité p. 302.
- DROUIN, Jean-Marc (1993) — *L'écologie et son histoire, réinventer la nature*, Paris : Flammarion. Cité p. 118.
- DUBOS, René (1969, novembre) — « A Social Design for Science », *Science* 166(3907), p. 823. Cité p. 117.
- DUMAS, Patrice, ESPAGNE, Étienne, PERRISSIN-FABERT, Baptiste et POTTIER, Antonin (2012) — « Comprehensive Description of the Integrated Assessment Model RESPONSE », Working Paper CIRED. Cité p. 260.
- DUMAS, Patrice, HOURCADE, Jean-Charles et PERRISSIN-FABERT, Baptiste (2010) — « Do We Need A Zero Pure Time Preference or the Risk of Climate Catastrophes to Justify A 2°C Global Warming Target ? », *World Bank Policy Research Working Papers series*. Cité p. 260 et 261.
- DUMONT, Louis (1977) — *Homo aequalis : genèse et épanouissement de l'idéologie économique*, Paris : Gallimard. Cité p. 14, 105, 400, 413, 416, 422 et 452.
- DUMONT, Louis (1983a) — « De l'individu-hors-du-monde à l'individu-dans-le-monde », in Dumont (1983b), p. 33–67. Cité p. 414 et 415.
- DUMONT, Louis (1983b) — *Essais sur l'individualisme : une perspective anthropologique sur l'idéologie moderne*, Paris : Seuil. Cité p. 412, 413 et 511.
- DUMONT, Louis (1983c) — « La catégorie politique et l'État à partir du XIII^e siècle », in Dumont (1983b), p. 68–114. Cité p. 397 et 413.
- DUMONT, Louis (1983d) — « La valeur chez les modernes et chez les autres », in Dumont (1983b), p. 222–262. Cité p. 97.
- DÜPPE, Till (2012) — « Arrow and Debreu De-homogenized », *Journal of the History of Economic Thought* 34(4), p. 491–514. Cité p. 446.
- DUPUY, Jean-Pierre (1979) — « Le signe et l'envie », in *L'enfer des choses : René Girard et la logique de l'économie*, p. 15–134. Paris : Seuil. Cité p. 417 et 418.
- DUPUY, Jean-Pierre (1987) [1992] — « De l'émancipation de l'économie : retour sur le problème d'Adam Smith », in Dupuy (1992), p. 145–166. Cité p. 403 et 416.
- DUPUY, Jean-Pierre (1988) [1992] — « L'individu libéral, cet inconnu : d'Adam Smith à Friedrich Hayek », in Dupuy (1992), p. 167–196. Cité p. 416 et 418.
- DUPUY, Jean-Pierre (1992) — *Introduction aux sciences sociales : Logique des phénomènes collectifs*, Paris : Ellipses. Cité p. 301, 417 et 511.
- DUPUY, Jean-Pierre (2002) — *Pour un catastrophisme éclairé*, Paris : Seuil. Cité p. 322.
- DUPUY, Jean-Pierre (2009) — *La marque du sacré*, Paris : Carnets Nord. Cité p. 417.

- DUPUY, Jean-Pierre (2012) — *L'avenir de l'économie : sortir de l'économystification*, Paris : Flammarion. Cité p. 14, 17, 395 et 426.
- EDWARDS, Paul N. (2010) — *A Vast machine : Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*, Cambridge (Mass.) : MIT Press. Cité p. 310.
- EDWARDS, Paul N. (2012) — « La complexité des données climatiques : étendue, traitement, controverses », in Zaccai et al. (2012a), p. 59–75. Cité p. 310.
- ELIAS, Norbert (1973) — *La civilisation des mœurs*, Paris : Calmann-Lévy. Cité p. 408 et 415.
- ELIAS, Norbert (1974) — *La société de cour*, Paris : Calmann-Lévy. Cité p. 397, 398 et 419.
- ELIAS, Norbert (1976) — *La dynamique de l'Occident*, Paris : Calmann-Lévy. Cité p. 397, 408, 409 et 415.
- ELIAS, Norbert (1991) — *La société des individus*, Paris : Fayard. Cité p. 410.
- ELIAS, Norbert (1996) — *Du temps*, Paris : Fayard. Cité p. 349 et 353.
- ELIAS, Norbert et DUNNING, Eric (2001) — *Sport et civilisation : la violence maîtrisée*, Paris : Fayard. Cité p. 450.
- ELSTER, Jon (1987) — *Le laboureur et ses enfants : deux essais sur les limites de la rationalité*, Paris : Éd. de Minuit. Cité p. 252.
- ERREYGERS, Guido (2009, janvier) — « Hotelling, Rawls, Solow : How Exhaustible Resources Came to Be Integrated into the Neoclassical Growth Model », *History of Political Economy* 41(Suppl 1), p. 263–281. Cité p. 128.
- ESPAGNE, Etienne, FABERT, Baptiste Perrissin, POTTIER, Antonin, NADAUD, Franck et DUMAS, Patrice (2012) — « Disentangling the Stern/Nordhaus Controversy : Beyond the Discounting Clash », FEEM Working Paper, soumis à *Climate Change Economics*. Cité p. 268.
- ESPEY, M. (1998) — « Gasoline Demand Revisited : an International Meta-Analysis of Elasticities », *Energy Economics* 20, p. 273–296. Cité p. 65.
- EYMARD-DUVERNAY, François (1989) — « Conventions de qualité et formes de coordination », *Revue économique* 40(2), p. 329–359. Cité p. 363.
- FELIPE, Jesus et ADAMS, F. Gerard (2005) — « “a Theory of Production” the Estimation of the Cobb-Douglas Function : A Retrospective View », *Eastern Economic Journal* 31(3), p. 427–445. Cité p. 209.
- FELIPE, Jesus et FISHER, Franklin M. (2003) — « Aggregation in Production Functions : what applied economists should know », *Metroeconomica* 54(2-3), p. 208–262. Cité p. 201.
- FELIPE, Jesus et McCOMBIE, John S. L. (2005) — « How Sound Are the Foundations of the Aggregate Production Function? », *Eastern Economic Journal* 31(3), p. 467–488. Cité p. 210 et 212.

- FELLOUS, Jean-Louis, HOURCADE, Jean-Charles, JOUSSAUME, Sylvie, GODARD, Olivier, GAUTIER, Catherine et HALLEGATTE, Stéphane (2010, avril) — « Un étonnant effet collatéral du changement climatique », *Le Monde.fr*. Cité p. 293.
- FELS, Rendigs (1992) — « An Update on Leontief's Complaint », *Journal of Economic Perspectives* 6(1), p. 201–204. Cité p. 93.
- FERGUSON, C. E. (1969a) — *The Neoclassical Theory of Production and Distribution*, chapitre 12, p. 254–265, 269–270, Cambridge University Press. Cité p. 513.
- FERGUSON, C. E. (1969b) [1974] — « Présentation néo-classique de la critique de Cambridge », in Abraham-Frois (1974), p. 95–113, traduction française de Ferguson (1969a). Cité p. 193.
- FERGUSON, C. E. (1972b) — « The Current State of Capital Theory : a tale of two paradigms », *Southern Economic Journal* 39(2), p. 160–176. Cité p. 170 et 185.
- FERRATON, Cyrille (2008) — *Les valeurs guident et accompagnent notre recherche, l'institutionnalisme de Myrdal*, Lyon : ENS Éditions. Cité p. 7 et 8.
- FERRATON, Cyrille (2011) — « L'objectivité en économie politique selon Gunnar Myrdal », *Revue de philosophie économique* 12(2), p. 29–52. Cité p. 8.
- FERRY, Luc (1992) — *Le nouvel ordre écologique*, Paris : Grasset. Cité p. 326.
- FERRY, Luc (2011, mars) — « La joie mauvaise de l'écocatastrophisme », *Le Figaro*, p. 19. Cité p. 326.
- FISCHER-KOWALSKI, Marina (1998) — « Society's Metabolism : The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860–1970 », *Journal of Industrial Ecology* 2(1), p. 61–78. Cité p. 120.
- FISCHER-KOWALSKI, Marina et HÜTTLER, Walter (1998) — « Society's Metabolism : The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part II, 1970–1998 », *Journal of Industrial Ecology* 2(4), p. 107–136. Cité p. 120.
- FISHER, B. S., NAKICENOVIC, Nebolsa et al. (2007) — « Issues Related to Mitigation in the Long Term Context », in B. METZ, O. R. DAVIDSON, L. A. MEYER, P. R. BOSCH, ET R. DAVE (dir.), *Climate Change 2007 : Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, p. 169–250. Cambridge University Press. Cité p. 63.
- FISHER, Franklin M. (1969) — « The Existence of Aggregate Production Functions », *Econometrica* 37(4), p. 553–577. Cité p. 201.
- FISHER, Franklin M. (1971, novembre) — « Aggregate Production Functions and the Explanation of Wages : A Simulation Experiment », *The Review of Economics and Statistics* 53(4), p. 305–325. Cité p. 208.
- FISHER, Franklin M. (2005) — « Aggregate Production Functions – a Pervasive, but Unpersuasive, Fairytale », *Eastern Economic Journal* 31(3), p. 489–491. Cité p. 203, 213 et 215.

- FISHER, Franklin M., SOLOW, Robert M. et KEARL, James M. (1977) — « Aggregate Production Functions : Some CES Experiments », *The Review of Economic Studies* **44**(2), p. 305–320. Cité p. 208.
- FITOUSSI, Jean-Paul (2008) — « The End of (Economic) History », in Pecchi et Piga (2008), p. 151–160. Cité p. 469 et 472.
- FLONNEAU, Mathieu (2002) — « Entre morale et politique, l'invention du "Ministère de l'Impossible" », in C. BERNHARDT ET G. MASSARD-GUILBAUD (dir.), *Le démon moderne : la pollution dans les sociétés urbaines et industrielles d'Europe*, p. 109–125. Clermont-Ferrand : Presses universitaires Blaise Pascal. Cité p. 332.
- FOLTZ, Richard (2007) — « The Religion of the Market : Reflections on a Decade of Discussion », *Worldviews* **11**(2), p. 135. Cité p. 453.
- FØRSUND, Finn R., HJALMARSSON, Lennart et SUMMA, Timo (1996) — « The Interplay between Micro-Frontier and Sectoral Short-Run Production Functions », *The Scandinavian Journal of Economics* **98**(3), p. 365–386. Cité p. 206.
- FOUCART, Stéphane (2010a, février) — « Le cent fautes de Claude Allègre », *Le Monde*, p. 3. Cité p. 308.
- FOUCART, Stéphane (2010b, juillet) — « Le travail des experts du climat lavé de tout soupçon », *Le Monde*, p. 4. Cité p. 309.
- FRANK, Robert H. (2008) — « Context Is More Important Than Keynes Realized », in Pecchi et Piga (2008), p. 143–150. Cité p. 468 et 469.
- FREDERICK, Shane, LOEWENSTEIN, George et O'DONOGHUE, Ted (2002, juin) — « Time Discounting and Time Preference : A Critical Review », *Journal of Economic Literature* **40**(2), p. 351–401. Cité p. 250, 251, 252 et 253.
- FREEMAN, Richard B. (2008) — « Why Do We Work More Than Keynes Expected ? », in Pecchi et Piga (2008), p. 135–142. Cité p. 478.
- FRESSOZ, Jean-Baptiste (2012) — *L'apocalypse joyeuse : Une histoire du risque technologique*, Paris : Seuil. Cité p. 337 et 404.
- FRIEDMAN, Milton (1953) [1995] — « La méthodologie de l'économie positive », in *Essais d'économie positive*, p. 3–32. Paris : Litec. Cité p. 5, 41 et 77.
- FROBERT, Ludovic (2004) — « Si vous êtes si malins... » McCloskey et la rhétorique des économistes, Lyon : ENS Éditions. Cité p. 78, 87 et 88.
- FRONDEL, Manuel et SCHMIDT, Christoph M. (2002) — « The Capital-Energy Controversy : An Artifact of Cost Shares ? », *The Energy Journal* **23**(3), p. 53–80. Cité p. 66 et 212.
- FUMAROLI, Marc (2006) — « Ironie et mélancolie : les Mémoires cornéliens d'Henri de Campion », in *Exercices de lecture : de Rabelais à Paul Valéry*, p. 111–161. Paris : Gallimard. Cité p. 412.

- FUSS, Melvyn A. (1977) — « The Structure of Technology Over Time : A Model for Testing the “Putty-Clay” Hypothesis », *Econometrica* 45(8), p. 1797–1821. Cité p. 172.
- GALBRAITH, John Kenneth (1958a) — « How Much Should a Country Consume? », in H. JARRETT (dir.), *Perspectives on Conservation : Essays on America's Natural Resources*, p. 89–99. Baltimore : Johns Hopkins Press. Cité p. 117.
- GALBRAITH, John Kenneth (1958b) [1961] — *L'ère de l'opulence*, Paris : Calmann-Lévy. Cité p. 117, 468, 479 et 485.
- GALBRAITH, John Kenneth (1994) — *L'argent*, Paris : Gallimard. Cité p. 318.
- GALBRAITH, John Kenneth (2004) — *Les mensonges de l'économie : vérité pour notre temps*, Paris : Grasset. Cité p. 368.
- GALBRAITH, James K. (2009, juin) — « Pourrait-on enfin avancer sur la réforme de l'enseignement de l'économie? », *Revue du MAUSS* 33(1), p. 261–265. Cité p. 20.
- GALOR, Oded (2005) — « From Stagnation to Growth : Unified Growth Theory », in P. AGHION ET S. N. DURLAUF (dir.), *Handbook of Economic Growth*, Volume 1, chapitre 4, p. 171–293. Amsterdam : North-Holland. Cité p. 136.
- GARCIA, Marie-France (1986) — « La construction sociale d'un marché parfait », *Actes de la recherche en sciences sociales* 65(1), p. 2–13. Cité p. 364.
- GARCÍA MOLINA, Mario (2005) — « Capital theory and the origins of the elasticity of substitution (1932-35) », *Cambridge Journal of Economics* 29(3), p. 423–437. Cité p. 170.
- GARDINER, Beth (2012, juillet) — « We're All Climate-Change Idiots », *The New York Times*. Cité p. 303.
- GAREGNANI, Pierangelo (1970) — « Heterogeneous Capital, the Production Function and the Theory of Distribution », *The Review of Economic Studies* 37(3), p. 407–436. Cité p. 192, 194, 195, 198, 199, 214, 515 et 557.
- GAREGNANI, Pierangelo (1974) — « Capital hétérogène, fonction de production et théorie de la répartition », in Abraham-Frois (1974), p. 114–168, traduction française de Garegnani (1970), autre édition française Garegnani (1976). Cité p. 214.
- GAREGNANI, Pierangelo (1976) — « Hétérogénéité du capital, fonction de production et théorie de la répartition », in G. GRELLET (dir.), *Nouvelle critique de l'économie politique*, p. 139–205. Paris : Calmann-Lévy, traduction française de Garegnani (1970). Cité p. 515.
- GAUCHET, Marcel (1979) — « De l'avènement de l'individu à la découverte de la société », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations* 34(3), p. 451–463. Cité p. 413.

- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1966a) [1970] — *La science économique, ses problèmes et ses difficultés*, Paris : Dunod. Cité p. 96, 98 et 516.
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1966b) [1970] — « Quelques problèmes d'orientation en économie », in *Georgescu-Roegen (1966a)*, p. 1–132. Cité p. 91, 96, 97 et 98.
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1970) — « The Economics of Production », *The American Economic Review* 60(2), p. 1–9. Cité p. 115, 120 et 352.
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1971) — *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge (Mass.) : Harvard University Press. Cité p. 132.
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1975, janvier) — « Energy and Economic Myths », *Southern Economic Journal* 41(3), p. 347–381. Cité p. 115, 133 et 134.
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (2006) — *La décroissance : entropie, écologie, économie*, Paris : Ellébore-Sang de la terre. Cité p. 120.
- GÉRONDEAU, Christian (2007) — *Écologie, la grande arnaque*, Paris : Albin Michel. Cité p. 320.
- GÉRONDEAU, Christian (2009) — *CO₂ un mythe planétaire*, Editions du Toucan. Cité p. 321, 324, 325 et 326.
- GERSCHENKRON, Alexander (1952) [1962] — « Economic Backwardness in Historical Perspectives », in *Gerschenkron (1962b)*, p. 5–30. Cité p. 19.
- GERSCHENKRON, Alexander (1955) [1962] — « Economic Development in Russian Intellectual History of the Nineteenth Century », in *Gerschenkron (1962b)*, p. 152–187. Cité p. 19.
- GERSCHENKRON, Alexander (1957) [1962] — « Reflections on the Concept of “Prerequisites” of Modern Industrialization », in *Gerschenkron (1962b)*, p. 31–51. Cité p. 149.
- GERSCHENKRON, Alexander (1962a) — « The Approach to European Industrialization : A Postscript », in *Gerschenkron (1962b)*, p. 353–364. Cité p. 149.
- GERSCHENKRON, Alexander (1962b) — *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Cambridge (Mass.)–London : Belknap Press. Cité p. 148 et 516.
- GERSCHENKRON, Alexander (1975, décembre) — « Time Horizon in Russian Literature », *Slavic Review* 34(4), p. 692–715. Cité p. 353.
- GERTNER, Jon (2009, avril) — « Why Isn't the Brain Green ? », *The New York Times*. Cité p. 303.
- GIBBARD, Allan et VARIAN, Hal R. (1978, novembre) — « Economic Models », *The Journal of Philosophy* 75(11), p. 664–677. Cité p. 78.
- GIRAUD, Pierre-Noël (1996) — *L'inégalité du monde : économie du monde contemporain*, Paris : Gallimard. Cité p. 227 et 334.

- GODARD, Olivier (2002) — « Bjørn Lomborg ou Tintin au pays de l'écologie ? Une revue critique de *The Skeptical Environmentalist* », *Politique étrangère* 67(4), p. 1075–1079. Cité p. 320.
- GODARD, Olivier (2008) — « Long terme et actualisation : La controverse suscitée par le rapport Stern sur le changement climatique », *Revue de Philosophie économique* 9(2), p. 69–92. Cité p. 258 et 259.
- GODARD, Olivier (2010a, mai) — « De l'imposture au sophisme, la science du climat vue par Claude Allègre, François Ewald et quelques autres », *Esprit*, p. 26–43. Cité p. 293, 295, 300, 301, 303, 316 et 335.
- GODARD, Olivier (2010b) — « La contribution carbone après la censure du Conseil constitutionnel ». Cité p. 379.
- GODARD, Olivier (2010c) — « La discipline économique face à la crise de l'environnement : partie de la solution ou partie du problème ? », in J.-P. TOUFFUT (dir.), *Changement de climat, changement d'économie ?*, Centre Cournot pour la recherche en économie, p. 19–65. Paris : Albin Michel. Cité p. 100.
- GODARD, Olivier (2010d, mai) — « L'organisation internationale de la lutte contre l'effet de serre. », *L'Économie politique* 46(2), p. 82–106. Cité p. 393.
- GODARD, Olivier (2011) — « Négociations sur le climat : la bifurcation opérée à Copenhague en 2009 », *Critique internationale* 52(3), p. 87–110. Cité p. 277.
- GODARD, Olivier (2012) — « Le climato-scepticisme médiatique en France : un sophisme moderne », *Écologie & Politique* 45, p. 47–69. Cité p. 294, 298 et 335.
- GODBOUT, Jacques (2007) — *Ce qui circule entre nous : donner, recevoir, rendre*, Paris : Seuil. Cité p. 14 et 40.
- GODELIER, Maurice (dir.) (1974) — *Un domaine contesté : l'anthropologie économique*, Paris – La Haye : Mouton. Cité p. 350, 351 et 506.
- GOLD, Bela (1981, mars) — « Changing Perspectives on Size, Scale, and Returns : An Interpretive Survey », *Journal of Economic Literature* 19(1), p. 5–33. Cité p. 202.
- GOLDEMBERG, J., SQUITIERI, R., STIGLITZ, J., AMANO, A., SHAOXIONG, X. et SAHA, R. (1995) — « Scope of the Assessment », in P. BRUCE, H. LEE, ET E. HAITES (dir.), *Climate change 1995. Economic and social dimensions of climate change. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*, p. 19–51. Cambridge University Press. Cité p. 381.
- GOLOSOV, Michael, HASSLER, John, KRUSELL, Per et TSYVINSKI, Aleh (2011) — « Optimal Taxes on Fossil Fuel in General Equilibrium », rapport, National Bureau of Economic Research. Cité p. 57 et 242.
- GONCE, R. A. (1973, avril) — « Natural Law and Ludwig von Mises' Praxeology and Economic Science », *Southern Economic Journal* 39(4), p. 490–507. Cité p. 7.

- GOODWIN, P., DARGAY, J. et HANLY, M. (2004) — « Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income : A Review », *Transport Reviews* 24(3), p. 275–292. Cité p. 65.
- GORDON, Robert Aaron (1976, mars) — « Rigor and Relevance in a Changing Institutional Setting », *The American Economic Review* 66(1), p. 1–14. Cité p. 93 et 445.
- GORZ, André (1978) — *Écologie et politique*, Paris : Seuil. Cité p. 118 et 332.
- GORZ, André (1992) [2008] — « L'écologie politique entre expertocratie et autolimitation », in *Écologica*, p. 43–69. Paris : Galilée. Cité p. 332.
- GOULD, Stephen Jay (1978, novembre) — « Sociobiology : the art of storytelling », *New Scientist* 80(1129), p. 530–533. Cité p. 39 et 40.
- GOULD, Stephen Jay (1991) — *La vie est belle : les surprises de l'évolution*, Paris : Seuil. Cité p. 442.
- GOULD, Stephen Jay (1993a) — *La foire aux dinosaures : Réflexions sur l'histoire naturelle*, Paris : Seuil. Cité p. 318 et 518.
- GOULD, Stephen Jay (1993b) — « Mamelons masculins et crête clitoridienne », in Gould (1993a), p. 116–128. Cité p. 40.
- GOULD, Stephen Jay (1994) — *Un hérisson dans la tempête : essais sur des livres et des idées*, Paris : Grasset. Cité p. 39.
- GOULD, Stephen Jay (2000) — *Et Dieu dit : « Que Darwin soit ! »*, Paris : Seuil. Cité p. 318.
- GOULDER, Lawrence H. (1995) — « Environmental Taxation and the Double Dividend : A Reader's Guide », *International Tax and Public Finance* 2(2), p. 157–183. Cité p. 372.
- GOULDER, Lawrence H. et WILLIAMS, Robertson C. (2012, novembre) — « The Choice of Discount Rate for Climate Change Policy Evaluation », *Climate Change Economics* 3(4), p. 1250024. Cité p. 256.
- GOWDY, John, ROSSER JR., J. Barkley et ROY, Loraine (2013, juin) — « The evolution of hyperbolic discounting : Implications for truly social valuation of the future », *Journal of Economic Behavior & Organization* 90, *Supplement*, p. S94–S104. Cité p. 198 et 253.
- GOWDY, John M. (1991, mars) — « Bioeconomics and post Keynesian economics : a search for common ground », *Ecological Economics* 3(1), p. 77–87. Cité p. 222.
- GRAMM, Warren S. (1973, mars) — « Natural Selection in Economic Thought : Ideology, Power, and the Keynesian Counterrevolution », *Journal of Economic Issues* 7(1), p. 1–27. Cité p. 429.
- GRANOU, André (1972, novembre) — « Le capitalisme face à la “non-croissance” », *Les Temps Modernes* 316, p. 715–735. Cité p. 333 et 334.

- GRANOVETTER, Mark (1988) [2000] — « Approches sociologiques et économiques de l'analyse du marché du travail. Une conception sociostructurale », in *Le marché autrement : les réseaux dans l'économie*, p. 149–191. Paris : Desclée de Brouwer. Cité p. 40.
- GRILICHES, Zvi (1996, septembre) — « The Discovery of the Residual : A Historical Note », *Journal of Economic Literature* 34(3), p. 1324–1330. Cité p. 137.
- GROVE, Richard (1990, mai) — « The origins of environmentalism », *Nature* 345(6270), p. 11–14. Cité p. 299.
- GROVE, Richard (1993) — « Conserving Eden : The (European) East India Companies and their Environmental Policies on St. Helena, Mauritius, and in Western India, 1660 to 1854 », *Comparative Studies in Society and History* 35(2), p. 318–351. Cité p. 299.
- GUESNERIE, Roger (2003) — *Kyoto et l'économie de l'effet de serre*, Paris : La Documentation française, rapport au CAE. Cité p. 366.
- GUESNERIE, Roger (2004, mai) — « Calcul économique et développement durable », *Revue économique* Vol. 55(3), p. 363–382. Cité p. 256.
- GUESNERIE, Roger (2013, novembre) — « L'économie saisie par le doute », *Le Monde*, p. 7. Cité p. 20.
- GUIVARCH, Céline et HALLEGATTE, Stéphane (2012) — « 2°C or Not 2°C ? », *Global Environmental Change* 3(1), p. 179–192. Cité p. 281.
- HA-DUONG, Minh, GRUBB, Michael J. et HOURCADE, Jean-Charles (1997) — « Influence of Socioeconomic Inertia and Uncertainty on Optimal CO₂-Emission Abatement », *Nature* 390(6657), p. 270–273. Cité p. 64 et 259.
- HAHN, Frank. H. (1975) — « Revival of Political Economy : The Wrong Issues and the Wrong Argument », *Economic Record* 51(3), p. 360–364. Cité p. 224.
- HAHN, Robert W. (1989, avril) — « Economic Prescriptions for Environmental Problems : How the Patient Followed the Doctor's Orders », *The Journal of Economic Perspectives* 3(2), p. 95–114. Cité p. 384.
- HAMILTON, Clive (2012) — « Nous sommes tous des climato-sceptiques », in Zaccai et al. (2012a), p. 221–243. Cité p. 303.
- HARCOURT, Geoffrey C. (1969) — « Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital », *Journal of Economic Literature* 7(2), p. 369–405. Cité p. 170.
- HARCOURT, Geoffrey C. (1976) — « The Cambridge Controversies : Old Ways and New Horizons—Or Dead End ? », *Oxford Economic Papers* 28(1), p. 25–65. Cité p. 170, 193, 216, 218 et 223.
- HARRIS, Donald J. (1973) — « Capital, Distribution, and the Aggregate Production Function », *The American Economic Review* 63(1), p. 100–113. Cité p. 178.

- HARTWICK, John M. (1977) — « Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources », *The American Economic Review* 67(5), p. 972–974. Cité p. 225.
- HAUTCŒUR, Pierre-Cyrille (2008) — « Marchés financiers et développement économique : une approche historique », *Regards croisés sur l'économie* 3, p. 159–172. Cité p. 249.
- HAYEK, Friedrich August (1944) [1985] — *La Route de la servitude*, Paris : Presses universitaires de France. Cité p. 330.
- HAYEK, Friedrich August (1952) [1953] — *Scientisme et sciences sociales : essai sur le mauvais usage de la raison*, Paris : Plon. Cité p. 425.
- HEILBRONER, Robert L. (1971) — *Les grands économistes*, Paris : Seuil. Cité p. 469.
- HEILBRONER, Robert L. (1988) — « Rhetoric and Ideology », in Klammer et al. (1988), p. 38–43. Cité p. 88.
- HENRICH, Joseph, BOYD, Robert, BOWLES, Samuel, CAMERER, Colin, FEHR, Ernst, GINTIS, Herbert, McELREATH, Richard, ALVARD, Michael, BARR, Abigail, ENSMINGER, Jean et al. (2005) — « “Economic man” in cross-cultural perspective : Behavioral experiments in 15 small-scale societies », *Behavioral and Brain Sciences* 28, p. 795–855. Cité p. 355.
- HENRY, Claude (1984) — « La microéconomie comme langage et enjeu de négociations », *Revue économique* 35(1), p. 177–197. Cité p. 244.
- HENRY, Claude (2013) — « Incertitude scientifique et incertitude fabriquée : d’une approche rationnelle aux dénis de science », *Revue économique* 64(4). Cité p. 297.
- HERSKOVITS, Melville J. (1941) — « Economics and Anthropology : A Rejoinder », *The Journal of Political Economy* 49(2), p. 269–278. Cité p. 348.
- HICKS, John Richard (1965) — *Capital and growth*, Oxford : Oxford University Press. Cité p. 192.
- HICKS, John R. (1966, novembre) — « Growth and Anti-Growth », *Oxford Economic Papers* 18(3), p. 257–269. Cité p. 147, 159 et 170.
- HILDENBRAND, Werner (1981) — « Short-Run Production Functions Based on Microdata », *Econometrica* 49(5), p. 1095–1125. Cité p. 206.
- HIRSCH, Fred (1976) — *Social Limits to Growth*, London : Routledge & Kegan Paul. Cité p. 468.
- HIRSCHMAN, Albert O. (1970) — *Exit, Voice, and Loyalty : Responses to Decline in Firms, Organizations, and States*, Cambridge, Mass. : Harvard University Press. Cité p. 322.
- HIRSCHMAN, Albert O. (1977) [1980] — *Les passions et les intérêts : justifications politiques du capitalisme avant son apogée*, Paris : P.U.F. Cité p. 322, 402 et 484.

- HIRSCHMAN, Albert O. (1981a) [1984] — « Grandeur et décadence de l'économie du développement », in [Hirschman \(1984\)](#), p. 43–68. Cité p. [148](#) et [346](#).
- HIRSCHMAN, Albert O. (1981b) [1984] — « Moralité et sciences sociales : une tension durable », in [Hirschman \(1984\)](#), p. 99–111. Cité p. [131](#).
- HIRSCHMAN, Albert O. (1984) — *L'économie comme science morale et politique*, Paris : Seuil. Cité p. [521](#).
- HIRSCHMAN, Albert O. (1986a) — « Le concept d'intérêt : de l'euphémisme à la tautologie », in [Hirschman \(1986c\)](#), p. 7–29. Cité p. [354](#).
- HIRSCHMAN, Albert O. (1986b) — « Trois façons simples de compliquer le discours de l'économie politique », in [Hirschman \(1986c\)](#), p. 89–110. Cité p. [407](#).
- HIRSCHMAN, Albert O. (1986c) — *Vers une économie politique élargie*, Paris : Éd. de Minuit. Cité p. [521](#).
- HIRSCHMAN, Albert O. (1991) — *Deux siècles de rhétorique réactionnaire*, Paris : Fayard. Cité p. [322](#), [323](#), [324](#), [325](#) et [326](#).
- HIRSCHMAN, Albert O. (1995a) — « La Rhétorique réactionnaire : deux ans après », in [Hirschman \(1995b\)](#), p. 69–102. Cité p. [324](#).
- HIRSCHMAN, Albert O. (1995b) — *Un certain penchant à l'autosubversion*, Paris : Fayard. Cité p. [344](#) et [521](#).
- HODGSON, Geoffrey M. (1998) — « The Approach of Institutional Economics », *Journal of Economic Literature* 36(1), p. 166–192. Cité p. [410](#).
- HODGSON, Geoffrey M. (2009, juin) — « Les économistes se réveilleront-ils en 2009 ? », *Revue du MAUSS* 33, p. 253–260. Cité p. [21](#).
- HOEL, Michael et STERNER, Thomas (2007) — « Discounting and relative prices », *Climatic Change* 84(3-4), p. 265–280. Cité p. [256](#).
- HOGAN, W. W. et MANNE, A. S. (1977) — « Energy-Economy Interactions : the Fable of the Elephant and the Rabbit ? », in C. J. HITCH (dir.), *Energy Modelling Forum, Stanford University*, p. 247–277. Washington D.C. : Resources for the Future. Cité p. [139](#).
- HOPE, Chris (2006) — « The marginal impact of CO₂ from PAGE2002 : An integrated assessment model incorporating the IPCC's five reasons for concern », *Integrated assessment* 6(1), p. 19–56. Cité p. [248](#).
- HOTELLING, Harold (1931, avril) — « The Economics of Exhaustible Resources », *Journal of Political Economy* 39(2), p. 137–175. Cité p. [113](#) et [250](#).
- HOUGHTON, J. T., DING, Y., GRIGGS, D. J., NOGUER, P. J., VAN DER LINDEN, P. J., DAI, X., MASKELL, K. et JOHNSON, C. A. (dir.) (2001) — *Climate Change 2001 : the scientific basis. Contribution of the Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press. Cité p. [293](#).

- HOURCADE, Jean-Charles (1985) — « Les économies d'échelle », *Communications* 42(1), p. 103–119. Cité p. 202.
- HOURCADE, Jean-Charles (1991) — « Calcul économique et construction sociale des irréversibilités : leçons de l'histoire énergétique récente », in O. GODARD, R. BOYER, ET B. CHAVANCE (dir.), *Les figures de l'irréversibilité en économie* (Editions de l'EHESS^e éd.), p. 279–310. Paris. Cité p. 371.
- HOURCADE, Jean-Charles (1994a) — « Analyse économique et gestion des risques climatiques », *Natures, sciences, sociétés* 2(3), p. 202–211. Cité p. 315.
- HOURCADE, Jean-Charles (1994b) — « Economic Issues and Negotiation on Global Environment », in C. CARRARO (dir.), *Trade, Innovation, Environment*, p. 385–405. Kluwer Academic Publishers. Cité p. 382.
- HOURCADE, Jean-Charles (1996, janvier) — « International Harmonization of GHG Emission policies », American Economic Association Annual Meeting. San Francisco. Cité p. 378.
- HOURCADE, Jean-Charles (1997) — « Précaution et approche séquentielle de la décision face aux risques climatiques de l'effet de serre », in O. GODARD (dir.), *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines*, p. 259–293. Paris : Éditions MSH. Cité p. 289 et 392.
- HOURCADE, Jean-Charles (2002a, avril) — « Dans le labyrinthe de verre », *Critique internationale* 15(2), p. 143–159. Cité p. 382.
- HOURCADE, Jean-Charles (2002b, février) — « De La Haye à Marrakech : entre succès symbolique et échec environnemental ? », *Annales des Mines*, p. 51–55. Cité p. 386.
- HOURCADE, Jean-Charles (2008, février) — « Enjeux géopolitiques du développement durable », *Études* 408(2), p. 175–186. Cité p. 124.
- HOURCADE, Jean-Charles et AMBROSI, Philippe (2007) — « Quelques leçons d'un essai à risque, l'évaluation des dommages climatiques par Sir Nicholas Stern », *Revue d'économie politique* 117(4), p. 533–545. Cité p. 257 et 258.
- HOURCADE, Jean-Charles et GILOTTE, Laurent (2000) — « Differentiated or Uniform International Carbon Taxes : Theoretical Evidences and Procedural Constraints », in Chichilnisky et Heal (2000), p. 135–155. Cité p. 378.
- HOURCADE, Jean-Charles et JOURNÉ, Venance (2003) — « Monsieur Homais, les guides de montagne et le maître nageur », *Critique internationale* 18(1), p. 65–79. Cité p. 320.
- HOURCADE, Jean-Charles, SALLES, Jean-Michel et THERY, Daniel (1992) — « Ecological economics and scientific controversies. Lessons from some recent policy making in the EEC », *Ecological Economics* 6(3), p. 211–233. Cité p. 244.
- HOURCADE, Jean-Charles, SHUKLA, P. R. et CASSEN, Christophe (2014) — « Climate policy architecture for the Cancun's paradigm shift : Building upon the lessons

- from history », *International Environmental Agreements to be published*. Cité p. 371 et 393.
- HOURCADE, Jean-Charles, SHUKLA, P. R. et MATHY, Sandrine (2009) — « Untying the Climate-Development Gordian Knot-Economic options in a politically constrained world », in R. GUESNERIE ET H. TULKENS (dir.), *The design of climate policy*, p. 75–99. Cambridge (Mass.) : MIT Press. Cité p. 391.
- HOUTHAKKER, Hendrik S. (1955, janvier) — « The Pareto Distribution and the Cobb-Douglas Production Function in Activity Analysis », *The Review of Economic Studies* 23(1), p. 27–31. Cité p. 203, 204, 205 et 230.
- HUBBARD, John (1999) — *Équations différentielles et systèmes dynamiques*, Paris : Cassini. Cité p. 497.
- HUET, Sylvestre (2010) — *L'imposteur, c'est lui : réponse à Claude Allègre*, Paris : Stock. Cité p. 308.
- ILlich, Ivan (1971) — *Une société sans école*, Paris : Seuil. Cité p. 332.
- International symposium on the political economy of environment (1972) — *Political Economy of Environment : problems of method*, International symposium on the political economy of environment. Paris : Mouton. Cité p. 538 et 543.
- JACQUES, Peter J., DUNLAP, Riley E. et FREEMAN, Mark (2008) — « The organisation of denial : Conservative think tanks and environmental scepticism », *Environmental Politics* 17(3), p. 349–385. Cité p. 296.
- JANSSEN, Maarten C. W. (1991, décembre) — « What Is This Thing Called Microfoundations ? », *History of Political Economy* 23(4), p. 687–712. Cité p. 436.
- JARRETT, Henry (dir.) (1966) — *Environmental Quality in a Growing Economy*, Baltimore : John Hopkins Press. Cité p. 117 et 505.
- JAY, Martin (1989) — *L'imagination dialectique : l'école de Francfort 1923-1950*, Paris : Payot. Cité p. 21.
- JENKINS, J. Craig (2011, mars) — « Democratic Politics and the Long March on Global Warming : Comments on McCright and Dunlap », *Sociological Quarterly* 52(2), p. 211–219. Cité p. 304.
- JEVONS, William Stanley (1865) [1906] — *The Coal Question* (3^e éd.), London : Macmillan, édité par A. W. Flux. Cité p. 108 et 110.
- JOHANSEN, Leif (1959) — « Substitution versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth : A Synthesis », *Econometrica* 27(2), p. 157–176. Cité p. 172, 203 et 499.
- JOHANSEN, Leif (1972) — *Production Functions : an Integration of Micro and Macro, Short Run and Long Run Aspects*, Amsterdam : North Holland. Cité p. 172, 173, 204, 206 et 499.

- JOHNSON, Harry G. (1971, mai) — « The Keynesian Revolution and the Monetarist Counter-Revolution », *The American Economic Review* 61(2), p. 1–14. Cité p. 227 et 428.
- JONAS, Hans (1979) [1991] — *Le principe responsabilité : une éthique pour la civilisation technologique*, Paris : Cerf. Cité p. 302, 314 et 325.
- JONES, Charles I. (2005, mai) — « The Shape of Production Functions and the Direction of Technical Change », *The Quarterly Journal of Economics* 120(2), p. 517–549. Cité p. 230.
- JOOS, F., MÜLLER-FÜRSTENBERGER, G. et STEPHAN, G. (1999) — « Correcting the carbon cycle representation : How important is it for the economics of climate change ? », *Environmental modeling and assessment* 4(2), p. 133–140. Cité p. 56.
- JORGENSEN, Dale W. (1981, janvier) — « Energy Prices and Productivity Growth », *The Scandinavian Journal of Economics* 83(2), p. 165–179. Cité p. 140.
- JORGENSEN, Dale W. (1984, mai) — « The Role of Energy in Productivity Growth », *The American Economic Review* 74(2), p. 26–30. Cité p. 140.
- JORGENSEN, Dale W. (1988, octobre) — « Productivity and Postwar U.S. Economic Growth », *The Journal of Economic Perspectives* 2(4), p. 23–41. Cité p. 140.
- JORGENSEN, Dale W. et GRILICHES, Zvi (1967, juillet) — « The Explanation of Productivity Change », *The Review of Economic Studies* 34(3), p. 249–283. Cité p. 140.
- JOUANNO, Chantal (2010, septembre) — « Pour que l'écologie soit la toile de fond de toutes nos politiques », *Libération*, p. 18. Cité p. 326.
- JOUVENEL, Bertrand de (1957) [1968] — « L'économie politique de la gratuité », in *de Jouvenel (1968)*, p. 9–23. Cité p. 119.
- JOUVENEL, Bertrand de (1961) [1968] — « Mieux-vivre dans la société riche », in *de Jouvenel (1968)*, p. 124–151. Cité p. 402.
- JOUVENEL, Bertrand de (1965a) [1968] — « Civiliser notre civilisation », in *de Jouvenel (1968)*, p. 220–235. Cité p. 158.
- JOUVENEL, Bertrand de (1965b) [1968] — « Pour une conscience écologique », in *de Jouvenel (1968)*, p. 236–248. Cité p. 119.
- JOUVENEL, Bertrand de (1968) — *Arcadie, essais sur le mieux vivre*, Paris : S.E.D.E.I.S. Cité p. 117 et 524.
- JOUVENEL, Bertrand de (1972) [2002] — « Les économistes et l'environnement », in *Arcadie, essais sur le mieux vivre*, p. 391–429. Paris : Gallimard. Cité p. 115, 118 et 121.
- KAHNEMAN, Daniel (2003, décembre) — « Maps of Bounded Rationality : Psychology for Behavioral Economics », *The American Economic Review* 93(5), p. 1449–1475. Cité p. 445.

- KALDOR, Nicholas (1955-1956) — « Alternative theories of distribution », *The Review of Economic Studies* 23(2), p. 83–100. Cité p. 217 et 258.
- KALDOR, Nicholas (1972, décembre) — « The Irrelevance of Equilibrium Economics », *The Economic Journal* 82(328), p. 1237–1255. Cité p. 447.
- KALECKI, Michał(1943) — « Political Aspects of Full Employment », *The Political Quarterly* 14(4), p. 322–330. Cité p. 293.
- KANT, Emmanuel (1795) [1947] — *Projet de paix perpétuelle : esquisse philosophique*, Paris : Vrin. Cité p. 406.
- KAPLAN, David (1968) — « The formal-substantive controversy in economic anthropology : reflections on its wider implications », *Southwestern Journal of Anthropology* 24(3), p. 228–251. Cité p. 351.
- KAPLAN, Steven L. (1986) — *Le pain, le peuple et le Roi*, Paris : Perrin. Cité p. 110 et 423.
- KAPP, Karl William (1950) — *The Social Costs of Private Enterprise*, Cambridge (Mass.) : Harvard University Press. Cité p. 117.
- KELLER, K., ROBINSON, A., BRADFORD, D.F. et OPPENHEIMER, M. (2007) — « The regrets of procrastination in climate policy », *Environmental Research Letters* 2, p. 024004. Cité p. 281.
- KELLY, David L. et KOLSTAD, Charles D. (1999) — « Bayesian learning, growth, and pollution », *Journal of Economic Dynamics and Control* 23(4), p. 491–518. Cité p. 259 et 312.
- KEYNES, John Maynard (1925) [2002] — « Un aperçu de la Russie », in Keynes (2002), p. 31–54. Cité p. 472.
- KEYNES, John Maynard (1930) [1972] — « Perspectives économiques pour nos petits-enfants », in Keynes (1972), p. 121–141. Cité p. 169.
- KEYNES, John Maynard (1933) [2002] — « L'autosuffisance nationale », in Keynes (2002), p. 194–212. Cité p. 474 et 478.
- KEYNES, John Maynard (1936a) [1982] — « Art and the State », in *The Collected writings xxviii : Social, political and literary writings*, p. 341–349. London : Macmillan. Cité p. 477.
- KEYNES, J. M. (1936b, janvier) — « William Stanley Jevons 1835–1882 : A Centenary Allocation on his Life and Work as Economist and Statistician », *Journal of the Royal Statistical Society* 99(3), p. 516–555. Cité p. 108, 111 et 342.
- KEYNES, John Maynard (1972) — *Essais sur la monnaie et l'économie*, Paris : Payot. Cité p. 461, 472, 473, 480, 484, 487 et 525.
- KEYNES, John Maynard (2002) — *La pauvreté dans l'abondance*, Paris : Gallimard. Cité p. 461, 472 et 525.

- KING, J. E. (2010, mars) — « Revisiting Keynes : Economic Possibilities for our Grandchildren — Edited by Lorenzo Pecchi and Gustavo Piga », *Australian Economic History Review* 50(1), p. 104–106. Cité p. 462.
- KIPLING, Rudyard (1902) [1987] — *Just so stories*, London : Penguin books. Cité p. 39.
- KIRMAN, Alan (1989) — « The Intrinsic Limits of Modern Economic Theory : the Emperor has No Clothes », *The Economic Journal* 99(395), p. 126–139. Cité p. 230.
- KIRMAN, Alan P. (1992) — « Whom or What Does the Representative Individual Represent ? », *The Journal of Economic Perspectives* 6(2), p. 117–136. Cité p. 231.
- KIRMAN, Alan P. (2012) — « La théorie économique dans la crise », *Revue économique* 63(3), p. 421–436. Cité p. 445.
- KLAMER, Arjo, McCLOSKEY, Donald N. et SOLOW, Robert M. (dir.) (1988) — *The consequences of economic rhetoric*, New York : Cambridge University Press. Cité p. 520 et 542.
- KLEIN, Naomi (2011, novembre) — « Capitalism vs. Climate », *The Nation*. Cité p. 327 et 328.
- KLEMPERER, Victor (1996) — *LTI, la langue du III^e Reich : carnets d'un philologue*, Paris : Albin Michel. Cité p. 27.
- KNIGHT, Frank H. (1941) — « Anthropology and Economics », *The Journal of Political Economy* 49(2), p. 247–268. Cité p. 347 et 348.
- KOCHERLAKOTA, Narayana R. (1996, mars) — « The Equity Premium : It's Still a Puzzle », *Journal of Economic Literature* 34(1), p. 42–71. Cité p. 248.
- KOLM, Serge-Christophe (1975) — « À quoi sert la science économique ? », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations* 30(1), p. 123–136. Cité p. 91 et 93.
- KRUEGER, Alan B. (2003, janvier) — « An Interview with Edmond Malinvaud », *The Journal of Economic Perspectives* 17(1), p. 181–198. Cité p. 437.
- KUMHOF, Michael et MUIR, Dirk (2012) — « Oil and the World Economy : Some Possible Futures », IMF Working Paper. Cité p. 142.
- KÜMMEL, Reiner, AYRES, Robert U. et LINDENBERGER, Dietmar (2010) — « Thermodynamic laws, economic methods and the productive power of energy », *Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics* 35(2), p. 145–179. Cité p. 142 et 143.
- KÜMMEL, Reiner, HENN, Julian et LINDENBERGER, Dietmar (2002, décembre) — « Capital, labor, energy and creativity : modeling innovation diffusion », *Structural Change and Economic Dynamics* 13(4), p. 415–433. Cité p. 143.
- KUZNETS, Simon (1973, juin) — « Modern Economic Growth : Findings and Reflections », *The American Economic Review* 63(3), p. 247–258. Cité p. 147 et 169.

- LAIDLER, David (2008) — « Axel Leijonhufvud and the quest for micro-foundations : some reflections », in R. E. A. FARMER (dir.), *Macroeconomics in the Small and the Large*, p. 1–22. Cheltenham, UK ; Northampton, MA : Edward Elgar. Cité p. 434.
- LAIDLER, David (2010) — « Lucas, Keynes, and the Crisis », *Journal of the History of Economic Thought* 32(1), p. 39–62. Cité p. 439.
- LAMPIN, Laure B. A., NADAUD, Franck, GRAZI, Fabio et HOURCADE, Jean-Charles (2013, novembre) — « Long-term fuel demand : Not only a matter of fuel price », *Energy Policy* 62, p. 780–787. Cité p. 368.
- LANGE, Oskar, BRUS, W., KOWALIK, T. et SACHS, Ignacy (1970) — « La science économique », in R. MAHEU, J. HAVET, ET A.-M. M'BOWF (dir.), *Tendances principales de la recherche dans les sciences sociales et humaines*, p. 340–426. Paris – La Haye : Mouton – Unesco. Cité p. 430.
- LARRÈRE, Catherine (1992) — *L'invention de l'économie au XVIII^e siècle*, Paris : PUF. Cité p. 422.
- LARRÈRE, Catherine (1997) — *Les philosophies de l'environnement*, Paris : Presses universitaires de France. Cité p. 22.
- LARRÈRE, Catherine et LARRÈRE, Raphaël (1997) — *Du bon usage de la nature*, Paris : Aubier. Cité p. 22.
- LATOUR, Bruno (1997) — *Nous n'avons jamais été modernes : essai d'anthropologie symétrique*, La Découverte. Cité p. 412.
- LATOUR, Bruno (2012) — « Que la bataille se livre au moins à armes égales », in Zaccai et al. (2012a), p. 245–254. Cité p. 312.
- LAVAL, Christian (2007) — *L'homme économique : essai sur les racines du néolibéralisme*, Paris : Gallimard. Cité p. 398.
- LAVOIE, Marc (2004) — « Au-delà de la traverse sectorielle de Hicks : croissance insoutenable et flexibilité du système productif », *Cahiers d'économie politique* 46, p. 131–146. Cité p. 218.
- LE PAPE, Marc (1968) — « Analyse de quelques études sur le temps », *Cahiers ORSTOM* 5(3), p. 77–89. Cité p. 352.
- LECLAIR, Edward E. (1962) — « Economic Theory and Economic Anthropology », *American Anthropologist* 64(6), p. 1179–1203. Cité p. 351.
- LECOCQ, Franck (2000) — *Distribution spatiale et temporelle des coûts des politiques publiques de long terme sous incertitudes : théorie et pratique dans le cas de l'effet de serre*, thèse de doctorat, Ecole Nationale du Génie rural, des Eaux et Forêts. Cité p. 258.
- LECOCQ, Franck et HOURCADE, Jean-Charles (2004) — « Le taux d'actualisation contre le principe de précaution ? Leçons à partir du cas des politiques climatiques », *L'Actualité économique* 80(1), p. 41–65. Cité p. 259.

- LEIJONHUFVUD, Axel (1973) — « Life Among the Econ », *Economic Inquiry* **11**(3), p. 327–337. Cité p. 94.
- LEIJONHUFVUD, Axel (2008) — « Spreading the Bread Thin on the Butter », in Pecchi et Piga (2008), p. 117–124. Cité p. 472.
- LENTON, T.M., HELD, H., KRIEGLER, E., HALL, J.W., LUCHT, W., RAHMSTORF, S. et SCHELLNHUBER, H.J. (2008) — « Tipping elements in the Earth's climate system », *Proceedings of the National Academy of Sciences* **105**(6), p. 1786–1793. Cité p. 57 et 277.
- LEONTIEF, Wassily (1937) — « Implicit Theorizing : a Methodological Criticism of the Neo-Cambridge School », *The Quarterly Journal of Economics* **51**(2), p. 337–351. Cité p. 253.
- LEONTIEF, Wassily (1971) — « Theoretical Assumptions and Nonobserved Facts », *The American Economic Review* **61**(1), p. 1–7. Cité p. 91 et 93.
- LEONTIEF, Wassily (1982, juillet) — « Academic Economics », *Science* **217**(4555), p. 104–107. Cité p. 93.
- LEPAGE, Corinne (2010, août) — « L'écologie est une solution, pas une punition », *Le Monde*, p. 16. Cité p. 324.
- LEVALLOIS, Clément (2010, septembre) — « Can de-growth be considered a policy option ? A historical note on Nicholas Georgescu-Roegen and the Club of Rome », *Ecological Economics* **69**(11), p. 2271–2278. Cité p. 123, 133 et 134.
- LEVHARI, David (1968) — « A Note on Houthakker's Aggregate Production Function in a Multifirm Industry », *Econometrica* **36**(1), p. 151–154. Cité p. 205 et 230.
- LÉVI-STRAUSS, Claude (1956) — *Tristes Tropiques*, Paris : Plon. Cité p. 484.
- LEWANDOWSKY, Stephan, OBERAUER, Klaus et GIGNAC, Gilles E. (2013, mai) — « NASA Faked the Moon Landing—Therefore, (Climate) Science Is a Hoax : An Anatomy of the Motivated Rejection of Science », *Psychological Science* **24**(5), p. 622–633. Cité p. 301.
- LINDENBERGER, Dietmar et KÜMMEL, Reiner (2011) — « Energy and the state of nations », *Energy* **36**, p. 6010–6018. Cité p. 142, 143 et 180.
- LOCHER, Fabien et FRESSOZ, Jean-Baptiste (2012) — « Modernity's Frail Climate : A Climate History of Environmental Reflexivity », *Critical Inquiry* **38**(3), p. 579–598. Cité p. 114 et 299.
- LOHMANN, Larry (2005) — « Marketing and Making Carbon Dumps : Commodification, Calculation and Counterfactuals in Climate Change Mitigation », *Science as Culture* **14**(3), p. 203–235. Cité p. 387.
- LOMBORG, Bjorn (2010, septembre) — « Le changement climatique est une réalité », *Le Monde*, p. 4. Cité p. 320.

- LONTZEK, Thomas, CAI, Yongyang et JUDD, Kenneth (2012) — « Tipping Points in a Dynamic Stochastic IAM », RDCEP Working Paper. Cité p. 276.
- LOUBET DEL BAYLE, Jean-Louis (2001) — *Les Non-conformistes des années 30 : une tentative de renouvellement de la pensée politique française*, Paris : Éditions du Seuil. Cité p. 337.
- LOWOOD, H. E (1990) — « The Calculating Forester : Quantification, Cameral Science, and the Emergence of Scientific Forestry Management in Germany », in T. FRÄNGSMYR, J. L. HEILBRON, ET R. E. RIDER (dir.), *The Quantifying Spirit in the Eighteenth Century*, p. 315–342. Berkeley : Univ. of California Press. Cité p. 105.
- LOY, David R. (1997) — « The Religion of the Market », *Journal of the American Academy of Religion* 65(2), p. 275–290. Cité p. 453.
- LUCAS, Jr, Robert E. (1976) — « Econometric Policy Evaluation : a Critique », in *Carnegie-Rochester conference series on public policy*, Volume 1, p. 19–46. Cité p. 30, 227 et 431.
- LUCAS, Jr, Robert E. (2003, mars) — « Macroeconomic Priorities », *The American Economic Review* 93(1), p. 1–14. Cité p. 439.
- LUNTZ, Frank (2003) — « The Environment : A Cleaner, Safer, Healthier America », rapport, Mémo au parti républicain. Cité p. 296 et 297.
- MACKENZIE, Donald (2009, avril) — « Making things the same : Gases, emission rights and the politics of carbon markets », *Accounting, Organizations and Society* 34(3-4), p. 440–455. Cité p. 387.
- MADUREIRA, Nuno Luis (2012, août) — « The Anxiety of Abundance : William Stanley Jevons and Coal Scarcity in the Nineteenth Century », *Environment and History* 18(3), p. 395–421. Cité p. 108.
- MAHRANE, Yannick, FENZI, Marianna, PESSIS, Céline et BONNEUIL, Christophe (2012) — « De la nature à la biosphère : L'invention politique de l'environnement global, 1945–1972 », *Vingtième Siècle. Revue d'histoire* 113(1), p. 127–141. Cité p. 116 et 118.
- MÄLER, Karl-Goran, XEPAPADEAS, Anastasios et DE ZEEUW, Aart (2003) — « The Economics of Shallow Lakes », *Environmental and Resource Economics* 26(4), p. 603–624. Cité p. 46.
- MALINVAUD, Edmond (1993, mars) — « Regard d'un ancien sur les nouvelles théories de la croissance », *Revue économique* 44(2), p. 171–188. Cité p. 87.
- MANDRILLON, Marie-Hélène (1991) — « Les voies du politique en URSS. L'exemple de l'écologie », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations* 46(6), p. 1375–1388. Cité p. 329.
- MANDRILLON, Marie-Hélène (2012) — « L'expertise d'État, creuset de l'environnement en URSS », *Vingtième Siècle. Revue d'histoire* 113(1), p. 107–116. Cité p. 329.

- MANENT, Pierre (2004) — *Cours familier de philosophie politique*, Gallimard. Cité p. 412.
- MANNE, Alan S. et RICHEL, Richard G. (2001, avril) — « An alternative approach to establishing trade-offs among greenhouse gases », *Nature* 410(6829), p. 675–677. Cité p. 386.
- MARTÍNEZ-ALIER, Juan (1987) — *Ecological Economics : energy, environment, and society*, Oxford ; New York : Basil Blackwell. Cité p. 116, 134, 257, 425 et 426.
- MARX, Karl (1857) [1980] — *Grundrisse*, Paris : Editions sociales. Cité p. 471.
- MAS-COLELL, Andreu, WHINSTON, Michael Dennis et GREEN, Jerry R (1995) — *Microeconomic Theory*, New York, N.Y. : Oxford University Press. Cité p. 171, 251 et 453.
- MASSON-DELMOTTE, Valérie (2011) — *Climat, le vrai et le faux*, Paris : le Pommier. Cité p. 293.
- MATARASSO, Pierre (2007) — « La construction historique des paradigmes de modélisation intégrée : William Nordhaus, Alan Manne et l'apport de la Cowles Commission », in Dahon-Dalmedico (2007), p. 44–62. Cité p. 240.
- MAZURIC, Claude (2004) — « Approches marxistes et critique de l'histoire idéologique (sur la conférence de Stockholm de 1960) », in A. COHEN, R. CONGOST, ET P. F. LUNA (dir.), *Pierre Vilar : une histoire totale, une histoire en construction*, p. 47–58. Paris : Syllepse. Cité p. 149.
- MCCLOSKEY, Donald N. (1983) — « The Rhetoric of Economics », *Journal of Economic Literature* 21(2), p. 481–517. Cité p. 78 et 87.
- MCCRIGHT, Aaron M. et DUNLAP, Riley E. (2003) — « Defeating Kyoto : The Conservative Movement's Impact on US Climate Change Policy », *Social Problems* 50(3), p. 348–373. Cité p. 296, 302 et 304.
- MCCRIGHT, Aaron M. et DUNLAP, Riley E. (2011, mars) — « The Politicization of Climate Change and Polarization in the American Public's Views of Global Warming, 2001–2010 », *Sociological Quarterly* 52(2), p. 155–194. Cité p. 304.
- MCKIBBIN, Warwick J., ROSS, Martin T., SHACKLETON, Robert et WILCOXEN, Peter J. (1999) — « Emissions trading, capital flows and the Kyoto Protocol », *The Energy Journal* (Special Issue), p. 287–334. Cité p. 378.
- MEADOWS, Donella H., MEADOWS, Dennis L., RANDERS, Jørgen et BEHRENS III, William W. (1972) — « Rapport sur les limites à la croissance », in *Halte à la croissance ?*, p. 131–304. Paris : Fayard. Cité p. 122, 123 et 125.
- MEARMAN, Andrew (2005, janvier) — « Why have post-Keynesians had (relatively) little to say on the economics of the environment ? », *International Journal of Environment, Workplace and Employment* 1(2), p. 131–154. Cité p. 223.
- MEYSSONNIER, Simone (1989) — *La Balance et l'Horloge*, Montreuil : Les éditions de la passion. Cité p. 106, 401 et 422.

- MICHAELS, David (2008) — *Doubt is Their Product : How Industry's Assault on Science Threatens Your Health*, New York : Oxford University Press. Cité p. 297.
- MICHL, Thomas R. (2010) — « Discounting Nordhaus », *Review of Political Economy* 22(4), p. 535–549. Cité p. 258.
- MICHON, François (dir.) (1998) — *L'Économie, une science pour l'homme et la société : mélanges en l'honneur d'Henri Bartoli*, Paris : Publications de la Sorbonne. Cité p. 504 et 506.
- MILL, John Stuart (1848) [2011] — « De l'état stationnaire », *Revue du Mauss* 37, p. 419–425. Cité p. 476 et 479.
- MILLER, Peter (1998) — « The margins of accounting », in Callon (1998), p. 174–193. Cité p. 250.
- MIROWSKI, Philip (1987) — « Shall I Compare Thee to a Minkowski-Ricardo-Leontief-Metzler Matrix of the Mosak-Hicks Type? : Or, Rhetoric, Mathematics, and the Nature of Neoclassical Economic Theory », *Economics and Philosophy* 3(1), p. 67–95. Cité p. 83, 88 et 344.
- MIROWSKI, Philip (1991, janvier) — « The When, the How and the Why of Mathematical Expression in the History of Economics Analysis », *The Journal of Economic Perspectives* 5(1), p. 145–157. Cité p. 344 et 364.
- MISHAN, Erza J. (1967) — *The Costs of Economic Growth*, New York : Praeger. Cité p. 117.
- MISHAN, Erza J. (1971) — « The postwar literature on externalities : an interpretative essay », *Journal of Economic Literature* 9(1), p. 1–28. Cité p. 118.
- MISSEMER, Antoine (2012, octobre) — « William Stanley Jevons' The Coal Question (1865), beyond the rebound effect », *Ecological Economics* 82, p. 97–103. Cité p. 108.
- MITCHELL, Timothy (2011) — *Carbon Democracy : Political Power in the Age of Oil*, London : Verso. Cité p. 115, 116 et 127.
- MOGGRIDGE, D. E. (1986, octobre) — « Keynes and His Revolution in Historical Perspective », *Eastern Economic Journal* 12(4), p. 357–369. Cité p. 428 et 429.
- MOGGRIDGE, D. E. (2005) — « Keynes, the Arts, and the State », *History of political economy* 37(3), p. 535–555. Cité p. 475.
- MONGIN, Philippe (2000) — « La méthodologie économique au xx^e siècle. Les controverses en théorie de l'entreprise et la théorie des préférences révélées », in A. BÉRAUD ET G. FACCARELLO (dir.), *Nouvelle histoire de la pensée économique III : des institutionnalistes à la période contemporaine*, p. 340–378. Paris : La Découverte. Cité p. 284.
- MORGAN, Mary S. (2001) — « Models, stories and the economic world », *Journal of Economic Methodology* 8(3), p. 361–384. Cité p. 84 et 219.

- MORGAN, Theodore (1988) — « Theory versus Empiricism in Academic Economics : Update and Comparisons », *The Journal of Economic Perspectives* 2(4), p. 159–164. Cité p. 93.
- MOUCHOT, Claude (1996) — *Méthodologie économique*, Paris : Hachette supérieur. Cité p. 9, 77, 340 et 428.
- MYRDAL, Gunnar (1930) [1953] — *The Political Element in the Development of Economic Theory*, London : Routledge & Kegan Paul. Cité p. 6, 23, 405 et 420.
- MYRDAL, Gunnar (1972) [1978] — « “Croissance” et “développement” », in Myrdal (1978b), p. 187–200. Cité p. 170 et 221.
- MYRDAL, Gunnar (1973) [1978] — « L'économie d'un environnement amélioré », in Myrdal (1978b), p. 201–235. Cité p. 333.
- MYRDAL, Gunnar (1978a) — « Institutional Economics », *Journal of Economic Issues* 12(4), p. 771–783. Cité p. 8 et 339.
- MYRDAL, Gunnar (1978b) — *Procès de la croissance*, Paris : PUF. Cité p. 532.
- NAGEL, Joane (2011, mars) — « Climate Change, Public Opinion, and the Military Security Complex », *Sociological Quarterly* 52(2), p. 203–210. Cité p. 304.
- NELL, Edward J. (1967) — « Theories of Growth and Theories of Value », *Economic development and cultural change* 16(1), p. 15–26. Cité p. 341.
- NELSON, Richard R. et WINTER, Sidney G. (1982) — *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (Mass.) : Belknap Press. Cité p. 32.
- NORDHAUS, William D. (1974) — « Resources as a Constraint on Growth », *The American Economic Review* 64(2), p. 22–26. Cité p. 121, 238 et 239.
- NORDHAUS, William D. (1977a) — « Economic Growth and Climate : the Carbon Dioxide Problem », *The American Economic Review* 67(1), p. 341–346. Cité p. 239, 240 et 288.
- NORDHAUS, William D. (1977b) — « Strategies for the Control of Carbon Dioxide », Cowles Foundation Discussion Paper, n°443. Cité p. 239, 240 et 288.
- NORDHAUS, William D. (1982, mai) — « How Fast Should We Graze the Global Commons ? », *The American Economic Review* 72(2), p. 242–246. Cité p. 240 et 365.
- NORDHAUS, William D. (1991) — « To Slow or Not to Slow : the Economics of The Greenhouse Effect », *The economic journal* 101(407), p. 920–937. Cité p. 271.
- NORDHAUS, William D. (1993, octobre) — « Reflections on the Economics of Climate Change », *The Journal of Economic Perspectives* 7(4), p. 11–25. Cité p. 246.
- NORDHAUS, William D. (1994a) — « Expert Opinion on Climatic Change », *American Scientist* 82(1), p. 45–51. Cité p. 284.

- NORDHAUS, William D. (1994b) — *Managing the Global Commons : The Economics of Climate Change*, Cambridge (Mass.) : MIT Press. Cité p. 54, 241, 246, 247, 248, 259, 282, 283 et 284.
- NORDHAUS, William D. (2007) — « A Review of the “Stern Review on the Economics of Climate Change” », *Journal of Economic Literature* 45(3), p. 686–702. Cité p. 248 et 256.
- NORDHAUS, William D. (2008) — *A Question of Balance*, London : Yale University Press. Cité p. 242, 263, 319 et 366.
- ODUM, Eugene Pleasants (1953) [1971] — *Fundamentals of Ecology* (3^e éd.), Philadelphia London Toronto : Saunders. Cité p. 119.
- OHANIAN, Lee E. (2008) — « Back to the Future with Keynes », in Pecchi et Piga (2008), p. 105–115. Cité p. 470.
- ORESQUES, Naomi (2004) — « Beyond the Ivory Tower : The Scientific Consensus on Climate Change », *Science* 306(5702), p. 1686. Cité p. 315.
- ORESQUES, Naomi et CONWAY, Erik (2010) — *Merchants of Doubt : How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*, New York : Bloomsbury Press. Cité p. 297 et 302.
- ORLÉAN, André (1998) — « La monnaie autoréférentielle : réflexions sur les évolutions monétaires contemporaines », in M. AGLIETTA ET A. ORLÉAN (dir.), *La Monnaie souveraine*, p. 359–386. Paris : Odile Jacob. Cité p. 345.
- ORLÉAN, André (2003) — « Réflexion sur les fondements institutionnels de l’objectivité marchande », *Cahiers d’économie politique* 44, p. 181–196. Cité p. 363.
- ORLÉAN, André (dir.) (2004) — *Analyse économique des conventions*, Paris : PUF. Cité p. 35 et 363.
- ORLÉAN, André (2011) — *L’empire de la valeur*, Paris : Seuil. Cité p. 23, 126, 364 et 418.
- PACHAURI, Rajendra K. et REISINGER, Andy (dir.) (2007) — *Climate Change 2007 : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press. Cité p. 309.
- PAINTER, James et ASHE, Teresa (2012) — « Cross-national comparison of the presence of climate scepticism in the print media in six countries, 2007-10 », *Environmental Research Letters* 7(4), p. 044005. Cité p. 307.
- PALMIER, Jean-Michel (1990) — *Weimar en exil : le destin de l’émigration intellectuelle allemande antinazie en Europe et aux États-Unis*, Paris : Payot. Cité p. 342.
- PARISER, Eli (2011) — *The Filter Bubble : What the Internet is Hiding from You*, Viking. Cité p. 305.

- PASINETTI, Luigi L. (1962) — « Rate of Profit and Income Distribution in Relation to the Rate of Economic Growth », *The Review of Economic Studies* 29(4), p. 267–279. Cité p. 217 et 258.
- PASINETTI, Luigi L. (1978, janvier) — « Wicksell Effects and Reswitchings of Technique in Capital Theory », *The Scandinavian Journal of Economics* 80(2), p. 181–189. Cité p. 186.
- PASINETTI, Luigi L. (2007) — *Keynes and the Cambridge Keynesians : A 'Revolution in Economics' to be Accomplished*, Cambridge : Cambridge University Press. Cité p. 223, 226 et 346.
- PASSET, René (1979) — *L'économie et le vivant*, Paris : Payot. Cité p. 120.
- PATINKIN, Don (1976, novembre) — « Keynes and Econometrics : On the Interaction between the Macroeconomic Revolutions of the Interwar Period », *Econometrica* 44(6), p. 1091–1123. Cité p. 169.
- PEARCE, David W. (1976) — *Environmental Economics*, London – New-York : Longman. Cité p. 121.
- PEARCE, David W. (2002) — « An intellectual history of environmental economics », *Annual Review of Energy and the Environment* 27(1), p. 57–81. Cité p. 122.
- PECCHI, Lorenzo et PIGA, Gustavo (dir.) (2008) — *Revisiting Keynes : Economic Possibilities for our Grandchildren*, Cambridge (Mass.) : MIT Press. Cité p. 462, 467, 473, 504, 505, 514, 528, 533, 542 et 546.
- PELTIER, Jacques (1990) — « Myrdal et les concepts imprégnés de valeur », in G. DOSTALER, D. ETHIER, ET L. LEPAGE (dir.), *Gunnar Myrdal et son œuvre*, p. 71–86. Paris Montréal : Economica — Presses de l'Université de Montréal. Cité p. 7.
- PERCEBOIS, Jacques (1989) — *Économie de l'énergie*, Paris : Economica. Cité p. 64.
- PERRISSIN-FABERT, Baptiste, DUMAS, Patrice et HOURCADE, Jean-Charles (2012) — « What Social Cost of Carbon ? A mapping of the climate debate », *Nota Di Lavoro*. Cité p. 276.
- PERRISSIN-FABERT, Baptiste, ESPAGNE, Etienne, POTTIER, Antonin et DUMAS, Patrice (2012) — « The 'Doomsday' Effect in Climate Policies : Why is the Present Decade so Crucial to Tackling the Climate Challenge ? ». Cité p. 278.
- PERRISSIN-FABERT, Baptiste, POTTIER, Antonin, ESPAGNE, Etienne et DUMAS, Patrice (2014) — « The comparative impact of Integrated Assessment Models' structures on optimal mitigation policies », soumis 'a *Environmental Modelling & Assessment*. Cité p. 259 et 262.
- PERROUX, François (1960) — *Economie et société : Contrainte – Echange – Don*, Paris : PUF. Cité p. 333 et 476.

- PETERS, Irene (1997, janvier) — « The Role of Technical Progress in Economic Models of Environmental Policy », in D. O. HOHMEYER, D. K. RENNINGS, ET P. D. R. L. OTTINGER (dir.), *Social Costs and Sustainability*, p. 501–515. Berlin Heidelberg : Springer. Cité p. 141.
- PETTIT, Philip (1999) [2003] — *Républicanisme : une théorie de la liberté et du gouvernement*, Paris : Gallimard. Cité p. 407.
- PHELPS, Edmund (1961, septembre) — « The Golden Rule of Accumulation : A Fable for Growthmen », *The American Economic Review* 51(4), p. 638–643. Cité p. 31.
- PHELPS, Edmund S. (1963) — « Substitution, Fixed Proportions, Growth and Distribution », *International Economic Review* 4(3), p. 265–288. Cité p. 172 et 203.
- PHELPS BROWN, E. H. (1957, novembre) — « The Meaning of the Fitted Cobb-Douglas Function », *The Quarterly Journal of Economics* 71(4), p. 546–560. Cité p. 207, 208, 209 et 210.
- PINDYCK, Robert S (2013, septembre) — « Climate Change Policy : What Do the Models Tell Us ? », *Journal of Economic Literature* 51(3), p. 860–872. Cité p. 244 et 287.
- POLANYI, Karl (1944) [1983] — *La grande transformation : aux origines politiques et économiques de notre temps*, Paris : Gallimard. Cité p. 19, 330, 350, 397, 405, 413, 417, 452 et 488.
- POLANYI, Karl (1947a) [2008] — « Faut-il croire au déterminisme économique ? », in Polanyi (2008), p. 521–528. Cité p. 483.
- POLANYI, Karl (1947b) [2008] — « La mentalité de marché est obsolète ! », in Polanyi (2008), p. 505–519. Cité p. 334, 405, 482 et 485.
- POLANYI, Karl (1957a) [2008] — « La sémantique des usages de la monnaie », in Polanyi (2008), p. 221–243. Cité p. 358.
- POLANYI, Karl (1957b) [2008] — « L'économie en tant que procès institutionnalisé », in Polanyi (2008), p. 53–77. Cité p. 459, 463 et 467.
- POLANYI, Karl (1966) [2008] — « Les institutions économiques archaïques : la monnaie-cauri », in Polanyi (2008), p. 245–263. Cité p. 358.
- POLANYI, Karl (1971) — « Carl Menger's Two Meanings of "Economic" », in Dalton (1971), p. 16–24. Cité p. 458.
- POLANYI, Karl (1977) [2011] — *La subsistance de l'homme : la place de l'économie dans l'histoire et la société*, Paris : Flammarion. Cité p. 350, 358, 359 et 407.
- POLANYI, Karl (2008) — *Essais de Karl Polanyi*, Paris : Seuil. Cité p. 535.
- POMERANZ, Kenneth (2001) [2010] — *Une grande divergence : La Chine, l'Europe et la construction de l'économie mondiale*, Paris : Albin Michel – Maison des Sciences de l'homme. Cité p. 154.

- POMERANZ, Kenneth (2009) — *La force de l'empire, Révolution industrielle et écologie, ou pourquoi l'Angleterre a fait mieux que la Chine*, Alfortville : ère. Cité p. 154 et 155.
- POTERBA, James M. (1993, octobre) — « Global Warming Policy : A Public Finance Perspective », *The Journal of Economic Perspectives* 7(4), p. 47–63. Cité p. 381.
- POTTIER, Antonin (2011, décembre) — « Le climato-scepticisme, réflexions sur la confusion des genres », *Futuribles* 380, p. 27–40. Cité p. 294 et 309.
- POTTIER, Antonin (2013) — « Le discours climato-sceptique : une rhétorique réactionnaire », *Natures Sciences Sociétés* 21(1), p. 105–108. Cité p. 294.
- POTTIER, Antonin (2014, juin) — « Comment la poursuite de l'abondance anihile la culture : essai d'interprétation des *Perspectives économiques pour nos petits-enfants* de J.M. Keynes », *Cahiers d'Économie Politique* 66, à paraître. Cité p. 461.
- POTTIER, Antonin, HOURCADE, Jean-Charles et ESPAGNE, Etienne (2014) — « Modelling the redirection of technical change : The pitfalls of incorporeal visions of the economy », *Energy Economics* 42, p. 213–218. Cité p. 29.
- POUJADE, Robert (2012, janvier) — « Le premier ministère de l'Environnement (1971-1974) », *Vingtième Siècle. Revue d'histoire* 113(1), p. 51–54. Cité p. 332.
- PREDA, Alex (2003) — « Les hommes de la bourse et leurs instruments merveilleux », *Réseaux* 122(6), p. 137–165. Cité p. 114.
- PRÉVOT, Henri (2007) — *Trop de pétrole ! : énergie fossile et réchauffement climatique*, Paris : Seuil. Cité p. 295 et 324.
- RAFF, Daniel M. G. (1991, décembre) — « Making Cars and Making Money in the Interwar Automobile Industry : Economies of Scale and Scope and the Manufacturing behind the Marketing », *The Business History Review* 65(4), p. 721–753. Cité p. 37.
- RAMPAL, S. S. (1992) — *Our country, the planet : forging a partnership for survival*, Washington : Island Press. Cité p. 158.
- RAMSEY, Frank P. (1928, décembre) — « A Mathematical Theory of Saving », *The Economic Journal* 38(152), p. 543–559. Cité p. 250 et 254.
- RANDALLS, Samuel (2010) — « History of the 2°C climate target », *Climate Change* 1(4), p. 598–605. Cité p. 277.
- RAUMOLIN, Jussi (1984) — « L'homme et la destruction des ressources naturelles : la *Raubwirtschaft* au tournant du siècle », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations* 39(4), p. 798–819. Cité p. 116.
- REVELLE, Roger et SUESS, H. (1957) — « Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades », *Tellus* 9, p. 18–27. Cité p. 120, 235, 237 et 312.

- RIFKIN, Jeremy (2011) — *The Third Industrial Revolution : How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World*, Basingstoke : Palgrave Macmillan. Cité p. 141.
- RIZVI, S. Abu Turab (1994) — « The microfoundations project in general equilibrium theory », *Cambridge Journal of Economics* 18(4), p. 357–77. Cité p. 433.
- ROBINSON, Joan (1953) — « The Production Function and the Theory of Capital », *The Review of Economic Studies* 21(2), p. 81–106. Cité p. 167, 170, 197 et 198.
- ROBINSON, Joan (1955a) [1972] — *L'accumulation du capital*, Paris : Dunod. Cité p. 98.
- ROBINSON, Joan (1955b) — « The Production Function », *The Economic Journal* 65(257), p. 67–71. Cité p. 170, 197, 199 et 223.
- ROBINSON, Joan (1958) — « The Real Wicksell Effect », *The Economic Journal* 68(271), p. 600–605. Cité p. 197 et 218.
- ROBINSON, Joan (1960, janvier) — « Teachings Economics », *Economic Weekly* 12(4-5-6), p. 173–175. Cité p. 94.
- ROBINSON, Joan (1962) [1967] — *Philosophie économique*, Paris : Gallimard. Cité p. 76.
- ROBINSON, Joan (1967) [1979] — « Smoothing Out Keynes », in Robinson (1979), p. 178–183. Cité p. 429.
- ROBINSON, Joan (1970) — « Capital Theory up to Date », *Canadian Journal of Economics* 3(2), p. 309–317. Cité p. 170, 194, 198, 215 et 220.
- ROBINSON, Joan (1971a) — *Economic Heresies : Some Old-Fashioned Questions in Economic Theory*, New York : Basic Books. Cité p. 208.
- ROBINSON, Joan (1971b) [1972] — *Hérésies économiques*, Paris : Calmann-Lévy. Cité p. 174, 178, 218, 220 et 254.
- ROBINSON, Joan (1972) — « The Second Crisis in Economic Theory », *The American Economic Review* 62(1/2), p. 1–10. Cité p. 221 et 222.
- ROBINSON, Joan (1973) [1979] — « What Has Become of the Keynesian Revolution ? », in Robinson (1979), p. 168–177. Cité p. 429.
- ROBINSON, Joan (1974) [1979] — « The Abdication of Neo-Classical Economics », in Robinson (1979), p. 32–42. Cité p. 423.
- ROBINSON, Joan (1975a, février) — « Reswitching : Reply », *The Quarterly Journal of Economics* 89(1), p. 53–55. Cité p. 218.
- ROBINSON, Joan (1975b, février) — « The Unimportance of Reswitching », *The Quarterly Journal of Economics* 89(1), p. 32–39. Cité p. 215 et 218.
- ROBINSON, Joan (1979) — *Collected economic papers (vol. v)*, Oxford : Basic Blackwell. Cité p. 537.

- ROBINSON, Joan (1980) — « Time in Economic Theory », *Kyklos* 33(2), p. 219–229. Cité p. 218.
- ROBINSON, Joan et NAQVI, K. A (1967, novembre) — « The Badly Behaved Production Function », *The Quarterly Journal of Economics* 81(4), p. 579–591. Cité p. 214 et 218.
- ROBINSON, James C. (1990, janvier) — « Philosophical Origins of the Social Rate of Discount in Cost-Benefit Analysis », *The Milbank Quarterly* 68(2), p. 245–265. Cité p. 254 et 257.
- ROBSON, Arthur J. et SAMUELSON, Larry (2007) — « The Evolution of Intertemporal Preferences », *The American Economic Review* 97(2), p. 496–500. Cité p. 39.
- ROBSON, Arthur J. et SAMUELSON, Larry (2009) — « The Evolution of Time Preference with Aggregate Uncertainty », *The American Economic Review* 99(5), p. 1925–1953. Cité p. 39.
- ROCKSTRÖM, Johan, STEFFEN, Will, NOONE, Kevin, PERSSON, Åsa, CHAPIN, F. Stuart, LAMBIN, Eric F., LENTON, Timothy M., SCHEFFER, Marten, FOLKE, Carl, SCHELLNHUBER, Hans Joachim et al. (2009) — « A safe operating space for humanity », *Nature* 461(7263), p. 472–475. Cité p. 10.
- ROE, Gerard H. et BAKER, Marcia B. (2007) — « Why is climate sensitivity so unpredictable ? », *Science* 318(5850), p. 629–632. Cité p. 245.
- RØPKE, Inge (2004) — « The early history of modern ecological economics », *Ecological Economics* 50(3), p. 293–314. Cité p. 116, 122 et 134.
- RØPKE, Inge (2005) — « Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s », *Ecological Economics* 55(2), p. 262–290. Cité p. 426.
- ROSANVALLON, Pierre (1979) [1999] — *Le capitalisme utopique : histoire de l'idée de marché* (3^e éd.), Paris : Seuil. Cité p. 19, 116, 402, 403, 405, 406 et 416.
- ROSENBERG, Alexander (1978, novembre) — « The Puzzle of Economic Modeling », *The Journal of Philosophy* 75(11), p. 679–683. Cité p. 438.
- ROUGHGARDEN, Tim et SCHNEIDER, Stephen H. (1999) — « Climate change policy : quantifying uncertainties for damages and optimal carbon taxes », *Energy Policy* 27(7), p. 415–429. Cité p. 284.
- ROY, Christian (1992) — « Aux sources de l'écologie politique : Le personnalisme "gascon" de Bernard Charbonneau et Jacques Ellul », *Canadian Journal of History* 27(1), p. 67–100. Cité p. 337.
- SACHS, Ignacy (1971) — *La découverte du Tiers Monde*, Paris : Flammarion. Cité p. 124 et 346.
- SACHS, Ignacy (1972a) — « Approaches to a political economy of environment », in *International symposium on the political economy of environment (1972)*, p. 125–138. Cité p. 124.

- SACHS, Ignacy (1972b, novembre) — « Environnement et projet de civilisation », *Les Temps Modernes* 316, p. 736–749. Cité p. 333.
- SACHS, Ignacy (1974) — « Environnement et styles de développement », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations* 29(3), p. 553–570. Cité p. 124.
- SACHS, Ignacy (1980) — *Stratégies de l'écodéveloppement*, Paris : Editions Ouvrières. Cité p. 124.
- SAHLINS, Marshall (1974) [1976] — *Âge de pierre, âge d'abondance : l'économie des sociétés primitives*, Paris : Gallimard. Cité p. 467 et 482.
- SAMUELSON, Paul A. (1937) — « A Note on Measurement of Utility », *The Review of Economic Studies* 4(2), p. 155–161. Cité p. 250, 251 et 255.
- SAMUELSON, Paul A. (1962) — « Parable and Realism in Capital Theory : The Surrogate Production Function », *The Review of Economic Studies* 29(3), p. 193–206. Cité p. 179, 190, 192 et 219.
- SAMUELSON, Paul A. (1966a, novembre) — « Samuelson on Induced Innovation : Rejoinder : Agreements, Disagreements, Doubts, and the Case of Induced Harrod-Neutral Technical Change », *The Review of Economics and Statistics* 48(4), p. 444–448. Cité p. 179.
- SAMUELSON, Paul A. (1966b) — « A Summing Up », *The Quarterly Journal of Economics* 80(4), p. 568–583. Cité p. 197.
- SAMUELSON, Paul A. (1975, février) — « Steady-State and Transient Relations : A Reply on Reswitching », *The Quarterly Journal of Economics* 89(1), p. 40–47. Cité p. 215, 218 et 219.
- SAMUELSON, Paul A. (1979, octobre) — « Paul Douglas's Measurement of Production Functions and Marginal Productivities », *Journal of Political Economy* 87(5), p. 923–939. Cité p. 208.
- SAMUELSON, Paul A. (2004) — « Where Ricardo and Mill Rebut and Confirm Arguments of Mainstream Economists Supporting Globalization », *The Journal of Economic Perspectives* 18(3), p. 135–146H. Cité p. 99.
- SANDEL, Michael J. (2012) — *What Money Can't Buy : the Moral Limits of Markets*, London ; New York : Allen Lane. Cité p. 406.
- SANDMO, Agnar (1975) — « Optimal Taxation in the Presence of Externalities », *The Swedish Journal of Economics* 77(1), p. 86–98. Cité p. 377.
- SANDMO, Agnar (1976) — « Optimal Taxation : An introduction to the literature », *Journal of Public Economics* 6(1), p. 37–54. Cité p. 377.
- SARGENT, Thomas J. et LUCAS, Jr, Robert E. (1979) — « After Keynesian Macroeconomics », *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* 3(2). Cité p. 228, 432, 434, 435 et 450.

- SCHEFFER, Marten, CARPENTER, Steve, FOLEY, Jonathan A., FOLKE, Carl et WALKER, Brian (2001) — « Catastrophic shifts in ecosystems », *Nature* **413**(6856), p. 591–596. Cité p. 46.
- SCHKADE, David, SUNSTEIN, Cass R. et HASTIE, Reid (2007) — « What Happened on Deliberation Day ? », *California Law Review* **95**(3), p. 915–940. Cité p. 305.
- SCHMALENSEE, Richard et STAVINS, Robert N. (2013, février) — « The SO₂ Allowance Trading System : The Ironic History of a Grand Policy Experiment », *Journal of Economic Perspectives* **27**(1), p. 103–122. Cité p. 384.
- SCHUMACHER, E. F. (1978) [1978] — *Small is beautiful, une société à la mesure de l'homme*, Contretemps/Le Seuil. Cité p. 335.
- SCHUMPETER, Joseph A. (1933, janvier) — « The Common Sense of Econometrics », *Econometrica* **1**(1), p. 5–12. Cité p. 363.
- SCHUMPETER, Joseph A. (1942) [1990] — *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Paris : Payot. Cité p. 37, 87, 97, 146, 147, 220, 306 et 330.
- SCHUMPETER, Joseph A. (1947a, novembre) — « The Creative Response in Economic History », *The Journal of Economic History* **7**(2), p. 149–159. Cité p. 87, 221 et 224.
- SCHUMPETER, Joseph A. (1947b, janvier) — « Theoretical Problems : Theoretical Problems of Economic Growth », *The Journal of Economic History* **7**(Supplement : Economic Growth : A symposium), p. 1–9. Cité p. 169.
- SEERS, Dudley (1963) — « The Limitations of the Special Case », *Bulletin of the Oxford University Institute of Economics & Statistics* **25**(2), p. 77–98. Cité p. 346.
- SEERS, Dudley (1979) — « The Congruence of Marxism and Other Neoclassical Theories », in A. O. HIRSCHMAN (dir.), *Toward a new strategy for development*, Rothko Chapel Colloquium, p. 1–17. New York : Pergamon Press. Cité p. 333.
- SEN, Amartya (1993) — *Éthique et économie : et autres essais*, Paris : Presses universitaires de France. Cité p. 425.
- SEN, Amartya Kumar (1961, septembre) — « On Optimising the Rate of Saving », *The Economic Journal* **71**(283), p. 479–496. Cité p. 257.
- SHAIKH, Anwar (1974) — « Laws of Production and Laws of Algebra : The Humbug Production Function », *The Review of Economics and Statistics* **56**(1), p. 115–120. Cité p. 209 et 210.
- SHAIKH, Anwar (1980) — « Laws of production and laws of algebra : Humbug II », in E. J. NELL (dir.), *Growth, profits, and property : essays in the revival of political economy*, p. 80–95. Cambridge : Cambridge University Press. Cité p. 209 et 214.
- SHAIKH, Anwar (2005) — « Nonlinear Dynamics and Pseudo-Production Functions », *Eastern Economic Journal* **31**(3), p. 447–466. Cité p. 209, 210 et 216.
- SHEERAN, Kristen A. (2006, octobre) — « Who Should Abate Carbon Emissions ? A Note », *Environmental and Resource Economics* **35**(2), p. 89–98. Cité p. 374.

- SHINE, Keith P. (2009, octobre) — « The global warming potential—the need for an interdisciplinary retrieval », *Climatic Change* 96(4), p. 467–472. Cité p. 386.
- SIMMEL, Georg (1900) [1987] — *Philosophie de l'argent*, Paris : P.U.F. Cité p. 411, 471 et 484.
- SIMMONS, Dana (2006, novembre) — « Waste Not, Want Not : Excrement and Economy in Nineteenth-Century France », *Representations* 96(1), p. 73–98. Cité p. 107.
- SIMON, Herbert A. (1979a, janvier) — « On Parsimonious Explanations of Production Relations », *The Scandinavian Journal of Economics* 81(4), p. 459–474. Cité p. 208.
- SIMON, Herbert A. (1979b, septembre) — « Rational Decision Making in Business Organizations », *The American Economic Review* 69(4), p. 493–513. Cité p. 208 et 441.
- SIMON, Herbert A. (1986) — « The Failure of Armchair Economics », *Challenge* 29(5), p. 18–25. Cité p. 441.
- SIMON, Herbert A. et LEVY, Ferdinand K. (1963, juin) — « A Note on the Cobb-Douglas Function », *The Review of Economic Studies* 30(2), p. 93–94. Cité p. 208 et 210.
- SKIDELSKY, Robert J. (1992) — *John Maynard Keynes : the economist as saviour, 1920-1937*, London : Macmillan. Cité p. 462, 472 et 474.
- SKIDELSKY, Robert J. et SKIDELSKY, Edward (2012) — *How much is enough ? : money and the good life*, New York : Other Press. Cité p. 475.
- SKODVIN, Tora (1999) — « Making climate change negotiable : The development of the Global Warming Potential index », Cicero Working Pape : 9. Cité p. 386.
- SNOWDON, Brian et VANE, Howard R. (1998) — « Transforming macroeconomics : an interview with Robert E. Lucas Jr. », *Journal of Economic Methodology* 5(1), p. 115–146. Cité p. 440.
- SOLOMON, Susan, QIN, Dahe, MANNING, Martin, MARQUIS, Melinda, AVERYT, Kristen, TIGNOR, Melinda M.B., LEROY MILLER, Jr., Henry et CHEN, Zhenlin (dir.) (2007) — *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of the Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA : Cambridge University Press. Cité p. 293.
- SOLOW, Robert M. (1955) — « The Production Function and the Theory of Capital », *The Review of Economic Studies* 23(2), p. 101. Cité p. 214.
- SOLOW, Robert M. (1956) — « A Contribution to the Theory of Economic Growth », *The Quarterly Journal of Economics* 70(1), p. 65–94. Cité p. 29, 137, 219 et 225.

- SOLOW, Robert M. (1957) — « Technical Change and the Aggregate Production Function », *The review of Economics and Statistics* 39(3), p. 312–320. Cité p. 137, 207, 214, 219 et 225.
- SOLOW, Robert M. (1971a) — « Discussion », *The American Economic Review* 61(2), p. 63–68. Cité p. 121.
- SOLOW, Robert M. (1971b, août) — « The Economist's Approach to Pollution and Its Control », *Science* 173(3996), p. 498–503. Cité p. 125.
- SOLOW, Robert M. (1973) — « Is the End of the World at Hand ? », *Challenge* 16(1), p. 39–50. Cité p. 125.
- SOLOW, Robert M. (1974a) — « The Economics of Resources or the Resources of Economics », *The American Economic Review* 64(2), p. 1–14. Cité p. 127 et 128.
- SOLOW, Robert M. (1974b) — « Intergenerational Equity and Exhaustible Resources », *The Review of Economic Studies* 41, p. 29–45. Cité p. 129 et 130.
- SOLOW, Robert M. (1974c, février) — « Law of Production and Laws of Algebra : The Humbug Production Function : A Comment », *The Review of Economics and Statistics* 56(1), p. 121. Cité p. 209.
- SOLOW, Robert M. (1975, février) — « Brief Comments », *The Quarterly Journal of Economics* 89(1), p. 48–52. Cité p. 215 et 218.
- SOLOW, Robert M. (1986) — « What Is a Nice Girl Like You Doing in a Place Like This ? Macroeconomics after Fifty Years », *Eastern Economic Journal* 12(3), p. 191–198. Cité p. 437.
- SOLOW, Robert M. (1988) — « Comments from Inside Economics », in Klammer et al. (1988), p. 31–37. Cité p. 88.
- SOLOW, Robert M. (2007, mars) — « The last 50 years in growth theory and the next 10 », *Oxford Review of Economic Policy* 23(1), p. 3–14. Cité p. 214.
- SOLOW, Robert M. (2008a, janvier) — « The State of Macroeconomics », *The Journal of Economic Perspectives* 22(1), p. 243–246. Cité p. 437.
- SOLOW, Robert M. (2008b) — « Whose Grandchildren ? », in Pecchi et Piga (2008), p. 87–93. Cité p. 462.
- SPITZ, Jean-Fabien (2000) — *L'amour de l'égalité : essai sur la critique de l'égalitarisme républicain en France, 1770–1830*, Paris : Vrin : Editions de l'École des hautes études en sciences sociales. Cité p. 402.
- SPRINGER, Urs (2003, septembre) — « The market for tradable GHG permits under the Kyoto Protocol : a survey of model studies », *Energy Economics* 25(5), p. 527–551. Cité p. 389.
- STERN, Nicholas et TUBIANA, Laurence (2009, octobre) — « La conférence de Copenhague sur le climat, le pari de l'optimisme », *Le Monde*, p. 22. Cité p. 327.

- STERN, Nicholas H. (2006) — *Stern Review : The Economics of Climate Change*, Volume 30, London : HM treasury. Cité p. 248, 301, 319 et 325.
- STERNER, Thomas et PERSSON, U. Martin (2008) — « An Even Sterner Review : Introducing Relative Prices into the Discounting Debate », *Review of Environmental Economics and Policy* 2(1), p. 61–76. Cité p. 257 et 259.
- STIGLITZ, Joseph E. (1974) — « Growth with Exhaustible Natural Resources : Efficient and Optimal Growth Paths », *The Review of Economic Studies* 41, p. 123–137. Cité p. 128, 129 et 225.
- STREETEN, Paul (1972) — « Cost-benefit and other problems of method », in *International symposium on the political economy of environment (1972)*, p. 47–59. Cité p. 90.
- SUGDEN, Robert (2001) — « The evolutionary turn in game theory », *Journal of Economic Methodology* 8(1), p. 113–130. Cité p. 441 et 443.
- TERESTCHENKO, Michel (2005) — *Un si fragile vernis d'humanité : banalité du mal, banalité du bien*, La Découverte/MAUSS. Cité p. 312, 355 et 418.
- THÉVENOT, Laurent (1985) — « Les investissements de forme », *Cahiers du centre d'études de l'emploi* 29, p. 21–71. Cité p. 353 et 363.
- THOMPSON, Edward P. (1967) [2004] — *Temps, discipline du travail et capitalisme industriel*, La Fabrique. Cité p. 150 et 353.
- TIROLE, Jean (2009) — *Politique climatique : une nouvelle architecture internationale*, Paris : La Documentation française, rapport au CAE. Cité p. 28, 366 et 367.
- TOBIN, James (1981, mars) — « The Monetarist Counter-Revolution Today-An Appraisal », *The Economic Journal* 91(361), p. 29–42. Cité p. 227.
- TOBIN, James (1986) — « The Future of Keynesian Economics », *Eastern Economic Journal* 12(4), p. 347–356. Cité p. 433 et 434.
- TOYE, John (2009, mai) — « Revisiting Keynes : economic possibilities for our grandchildren », *Economic History Review* 62(2), p. 522–523. Cité p. 462.
- TURK, Michael H. (2012) — « The Mathematical Turn in Economics : Walras, the French Mathematicians, and the Road Not Taken », *Journal of the History of Economic Thought* 34(2), p. 149–167. Cité p. 444.
- VAN DER SLUIJS, Jeroen, VAN EIJNDHOVEN, Josee, SHACKLEY, Simon et WYNNE, Brian (1998) — « Anchoring Devices in Science for Policy The Case of Consensus around Climate Sensitivity », *Social Studies of Science* 28(2), p. 291–323. Cité p. 245.
- VARIAN, Hal R. (1995) — *Analyse microéconomique*, Ouvertures économiques. Bruxelles : De Boeck université. Cité p. 251.
- VARIAN, Hal R. (1998) — « How To Build an Economic Model in Your Spare Time », in M. SZENBERG (dir.), *Passion and craft : economists at work*, p. 256–271. Ann Arbor : University of Michigan Press. Cité p. 94.

- VEBLEN, Thorstein (1898, juillet) — « Why is Economics not an Evolutionary Science ? », *The Quarterly Journal of Economics* 12(4), p. 373–397. Cité p. 345.
- VEBLEN, Thorstein (1899) [1970] — *Théorie de la classe de loisir*, Paris : Gallimard. Cité p. 418.
- VEBLEN, Thorstein (1908) — « On the Nature of Capital : Investment, Intangible Assets, and the Pecuniary Magnate », *The Quarterly Journal of Economics* 23(1), p. 104–136. Cité p. 174.
- VIDAL-NAQUET, Pierre (1987) — *Les Assassins de la mémoire : « Un Eichmann de papier » et autres essais sur le révisionnisme*, Paris : la Découverte. Cité p. 307.
- VIDONNE, Paul (1977) — « Une présentation critique de la rente ricardienne », *Revue économique* 28(2), p. 227–239. Cité p. 106 et 199.
- VIDONNE, Paul (1978) — « Réponse à Guido Candela », *Revue économique* 29(2), p. 402–404. Cité p. 106.
- VIEILLE BLANCHARD, Élodie (2007) — « Croissance ou stabilité ? l'entreprise du Club de Rome et le débat autour des modèles », in Dahan-Dalmedico (2007), p. 19–43. Cité p. 122.
- VILAR, Pierre (1960) [1982] — « Croissance économique et analyse historique », in Vilar (1982b), p. 13–86. Cité p. 149.
- VILAR, Pierre (1961) [1982] — « Développement historique et progrès social : les étapes et les critères », in Vilar (1982b), p. 87–121. Cité p. 149.
- VILAR, Pierre (1973) [1982] — « Histoire du droit, histoire totale », in Vilar (1982b), p. 265–291. Cité p. 146.
- VILAR, Pierre (1982a) — « Marxisme et histoire dans le développement des sciences humaines : pour un débat méthodologique », in Vilar (1982b), p. 320–351. Cité p. 423.
- VILAR, Pierre (1982b) — *Une histoire en construction : Approche marxiste et problématiques conjoncturelle*, Paris : Seuil. Cité p. 544.
- VINER, Jacob (1972) — *The Role of Providence in the Social Order : An Essay in Intellectual History*, Philadelphia : American Philosophical Society. Cité p. 403.
- Voss, Jan-Peter (2007, juin) — « Innovation processes in governance : The development of 'emissions trading' as a new policy instrument », *Science and Public Policy* 34(5), p. 329–343. Cité p. 383.
- WAGNER-HASEL, Beate (2004) — « Le regard de Karl Bücher sur l'économie antique et le débat sur la théorie économique et l'histoire », in Bruhns (2004), p. 159–182. Cité p. 357.
- WALRAS, Léon (1900) [1988] — *Éléments d'économie pure* (4^e éd.), Paris : Economica. Cité p. 344.

- WARA, Michael (2007, février) — « Is the global carbon market working? », *Nature* 445(7128), p. 595–596. Cité p. 387.
- WARDE, Paul (2006) — « Fear of Wood Shortage and the Reality of the Woodland in Europe, c. 1450–1850 », *History Workshop Journal* 62, p. 28–57. Cité p. 104 et 146.
- WARDE, Paul (2011) — « The Invention of Sustainability », *Modern Intellectual History* 8(1), p. 153–170. Cité p. 105.
- WEBER, Jacques (1985, mars) — « $C = R - I$, My God, My Gold ; Réflexion sur la portée du concept de consommation », *Bulletin du MAUSS* 13. Cité p. 482.
- WEBER, Jacques (1994) — « Environnement, développement, marché : pour une économie anthropologique : entretien avec Ignacy Sachs », *Natures Sciences Sociétés* 2(3), p. 258–265. Cité p. 124.
- WEBER, Max (1920b) [2004] — *L'éthique protestante et l'esprit du capitalisme*, Paris : Gallimard. Cité p. 103, 163, 399, 469, 472 et 477.
- WEINTRAUB, E. R. (1998) — « From Rigor to Axiomatics : The Marginalization of Griffith C. Evans », *History of Political Economy* 30(Supplement), p. 227–259. Cité p. 445.
- WEINTRAUB, E. Roy (2002) — *How Economics Became a Mathematical Science*, Durham ; London : Duke University Press. Cité p. 444.
- WEINTRAUB, E. Roy et MIROWSKI, Philip (1994) — « The Pure and the Applied : Bourbakism Comes to Mathematical Economics », *Science in Context* 7(2), p. 245–272. Cité p. 447.
- WEITZMAN, Martin L. (1974) — « Prices vs. Quantities », *The Review of Economic Studies* 41(4), p. 477–491. Cité p. 379.
- WEITZMAN, Martin L. (2007) — « A review of “the Stern Review on the economics of climate change” », *Journal of Economic Literature* 45(3), p. 703–724. Cité p. 248, 256 et 287.
- WEITZMAN, Martin L. (2011, juillet) — « Fat-Tailed Uncertainty in the Economics of Catastrophic Climate Change », *Review of Environmental Economics and Policy* 5(2), p. 275–292. Cité p. 288.
- WELZER, Harald (2009) — *Les guerres du climat, pourquoi on tue au XXI^e siècle*, Paris : Gallimard. Cité p. 286.
- WEYANT, John P. (1993, octobre) — « Costs of Reducing Global Carbon Emissions », *The Journal of Economic Perspectives* 7(4), p. 27–46. Cité p. 243.
- WHITE, Michael V. (1991) — « A Biographical Puzzle : Why Did Jevons Write The Coal Question? », *Journal of the History of Economic Thought* 13(2), p. 222–242. Cité p. 111 et 112.
- WHITE JR, Lynn (1967) — « The Historical Roots of Our Ecologic Crisis », *Science* 155(3767), p. 1203–1207. Cité p. 22.

- WIBE, Sören (1984) — « Engineering Production Functions : A Survey », *Economica* **51**(204), p. 401–411. Cité p. [171](#).
- WILBER, Charles K. et HARRISON, Robert S. (1978, mars) — « The Methodological Basis of Institutional Economics : Pattern Model, Storytelling, and Holism », *Journal of Economic Issues* **12**(1), p. 61–89. Cité p. [224](#).
- WILL, Édouard (1954) — « Trois quarts de siècle de recherches sur l'économie grecque antique », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations* **9**(1), p. 7–22. Cité p. [358](#).
- WORSTER, Donald (1977) [2009] — *Les pionniers de l'écologie*, Paris : Sang de la Terre. Cité p. [10](#) et [483](#).
- WRIGLEY, E. A. (2010) — *Energy and the English Revolution*, Cambridge : Cambridge University Press. Cité p. [146](#), [147](#), [153](#) et [160](#).
- ZACCAI, Edwin, GEMENNE, François et DECROLY, Jean-Michel (dir.) (2012a) — *Controverses climatiques, sciences et politique*, Paris : Presses de Sciences Po. Cité p. [319](#), [512](#), [519](#), [527](#) et [546](#).
- ZACCAI, Edwin, GEMENNE, François et DECROLY, Jean-Michel (2012b) — « Introduction », in [Zaccai et al. \(2012a\)](#), p. 23–38. Cité p. [294](#) et [319](#).
- ZILIBOTTI, Fabrizio (2008) — « Economic Possibilities for our Grandchildren 75 Years After : A Global Perspective », in [Pecchi et Piga \(2008\)](#), p. 27–39. Cité p. [467](#).
- ZINN, Karl Georg (2009, octobre) — « Pecchi, Lorenzo, Gustavo Piga (Hrsg.), Revisiting Keynes. Economic Possibilities for our Grandchildren », *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* **229**(5), p. 663–665. Cité p. [462](#).

INDEX

A

- ADORNO, Theodor W. (1903–1969)
[6](#), [21](#)
ALLAIS, Maurice (1911–2010)
[255](#), [445–447](#), [450](#)
ARRHENIUS, Svante (1859–1927)
[234](#), [235](#)
ARROW, Kenneth Joseph (1921–)
[38](#), [88](#), [235](#), [406](#), [446–448](#)
AYRES, Robert Underwood (1932–)
[119–121](#), [123](#), [125](#), [126](#), [141](#),
[143](#), [160](#), [223](#), [238](#), [426](#)

B

- BACHELIER, Louis (1870–1946)
[445](#)
BATAILLE, Georges (1897–1962)
[401](#), [482](#)
BAYLE, Pierre (1647–1706) [400](#)
BECKER, Gary Stanley (1930–)
[150–152](#), [352](#), [417](#), [466](#)
BENTHAM, Jeremy (1748–1832)
[254](#), [344](#), [356](#)
BÖHM-BAWERK, Eugen von (1851–
1914) [170](#), [183](#)
BOITEUX, Marcel (1922) [370](#)
BOUKHARINE, Nicolai (1888–1938)
[343](#), [423](#), [433](#)
BOULDING, Kenneth Ewart (1910–
1993) [95](#), [96](#), [100](#), [119](#),
[121](#), [123](#)
BOURBAKI, N. [447](#)
BOURDIEU, Pierre (1930–2002)
[333](#)
BOUSSINGAULT, Jean-Baptiste (1802–
1887) [107](#)
BRAUDEL, Fernand (1902–1985)
[18](#)
BRYAN, William Jennings (1860–1925)
[318](#)
BÜCHER, Karl (1847–1930) [341](#),
[357](#)

- BUFFON, Georges-Louis Leclerc de
(1707–1788) [299](#)
BURLING, Robbins (1926–) [350](#),
[354–356](#)

C

- CALLENDAR, Guy Stewart (1898–
1964) [235](#)
CALVIN, Jean (1509–1564) [399](#)
CARLYLE, Thomas (1795–1881)
[106](#)
CASS, David (1937–2008) [258](#)
CASSEL, Karl Gustav (1866–1945)
[221](#)
CASTORIADIS, Cornélius (1922–1997)
[293](#), [295](#), [305–307](#)
CHAMPERNOWNE, David Gawen
(1912–2000) [197](#)
CHEVALLEY, Claude (1909–1984)
[337](#)
CLARK, Colin Grant (1905–1989)
[137](#), [147](#)
CLARK, John Bates (1847–1938)
[170](#), [179](#), [200](#), [213](#), [214](#), [216](#),
[224](#), [231](#)
CLAUSIUS, Rudolf (1822–1888)
[116](#)
CLEMENTS, Frederic Edward (1874–
1945) [118](#)
CLINE, William R. [241](#), [246–249](#),
[256](#), [258](#), [259](#), [262](#), [271](#)
CLOWER, Robert Wayne (1926–2011)
[433](#)
COASE, Ronald Harry (1910–2013)
[376](#), [383](#)
COBB, Charles Wiggins (1875–1949)
[207–209](#), [444](#)
COLE, William Alan (1926–) [149](#)
CORNEILLE, Pierre (1606–1684)
[397](#), [398](#)
CRAFTS, Nicholas F. R. (1949–)
[149](#)

- CROMPTON, Samuel (1753–1827) 149
- D
- DALES, John Harkness (1920–) 383
- DALY, Herman (1938–) 120, 123, 134, 135
- DARWIN, Charles (1809–1882) 318, 483
- DEANE, Phyllis Mary (1918–2012) 149
- DEBREU, Gérard (1921–2004) 446–448
- DENISON, Edward Fulton (1915–1992) 138, 139, 141, 142
- DESCARTES, René (1596–1650) 349
- DORST, Jean (1924–2001) 117
- DOUGLAS, Paul Howard (1892–1976) 207–209, 231, 443, 444
- DUHEM, Pierre (1861–1916) 80
- DUMAS, Jean-Baptiste (1800–1884) 107
- DUMONT, Louis (1911–1998) 14, 19, 98, 105, 117, 162, 400, 408, 412–417, 422, 452
- E
- ELIAS, Norbert (1897–1990) 349, 353, 397, 398, 408–411, 414, 415, 419, 450
- ELLUL, Jacques (1912–1994) 337
- ENGELS, Friederich (1820–1895) 114, 146, 425
- F
- FAURISSON, Robert (1929–) 307
- FERGUSON, Charles Elmo (1928–1972) 217, 230
- FINLEY, Moses (1912–1986) 358
- FISHER, Franklin Marvin (1934–) 200, 201, 203, 206, 208, 213, 215, 231
- FISHER, Irving (1867–1847) 250
- FORRESTER, Jay Wright (1918–) 122–126, 130, 133, 222, 426
- FOURIER, Joseph (1768–1830) 234
- FREUD, Sigmund (1856–1939) 350
- FRIEDMAN, Milton (1912–2006) 5, 41, 77, 226, 227, 284, 372, 430, 435, 438
- FRISCH, Ragnar (1895–1973) 203
- G
- GALBRAITH, John Kenneth (1908–2006) 117, 318, 368, 468, 479, 485
- GALTON, Francis (1822–1911) 318
- GANDHI, Mohandas Karamchand (1869–1948) 158
- GAREGNANI, Pierangelo (1930–2011) 192, 194–196, 198, 199, 214, 557
- GEDDES, Patrick (1854–1932) 116
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1906–1994) 92, 97–100, 115, 120, 123, 131–134, 211, 352, 438
- GERSCHENKRON, Alexander (1904–1978) 19, 148, 149, 353
- GIRARD, René (1923–) 408, 417, 418, 484
- GONTCHAROV, Ivan Alexandrovitch (1812–1891) 353
- GOODWIN, Richard (1913–1996) 209, 223
- GORZ, André (1923–2007) 118, 331, 332, 335, 338
- GOULD, Stephen Jay (1941–2002) 39, 40, 318, 442
- GOURNAY, Vincent de (1712–1759) 106, 422
- GRILICHES, Zvi (1930–1999) 137, 140, 144, 145, 150
- GROTHENDIECK, Alexandre (1928–) 337
- H
- HAAVELMO, Trygve (1911–1999) 203
- HÄGERSTRÖM, Axel (1868–1939) 7

HAHN, Frank Horace (1925–2013)
[224](#), [228](#)
 HARLEY, Charles Knickerbocker
[149](#)
 HARROD, Roy Forbes (1900–1978)
[169](#), [254](#), [466](#)
 HAYEK, Friedrich August (1899–1992)
[6](#), [326](#), [330](#), [425](#), [426](#), [459](#)
 HERSKOVITS, Melville Jean (1895–
 1963) [347–350](#)
 HICKS, John Richard (1904–1989)
[147](#), [159](#), [170](#), [192–195](#), [425](#),
[429](#), [433](#), [454](#)
 HILBERT, David (1862–1943) [445](#)
 HILDEBRAND, Bruno (1812–1878)
[341](#)
 HIRSCHMAN, Albert Otto (1915–2012)
[131](#), [148](#), [221](#), [322–327](#), [344](#),
[346](#), [354](#), [402](#), [403](#), [407](#), [484](#)
 HOBBS, Thomas (1588–1679)
[400](#)
 HORKHEIMER, Max (1895–1973)
[21](#)
 HOTELLING, Harold (1895–1973)
[113](#), [114](#), [125](#), [128](#), [250](#)
 HUME, David (1711–1776) [401](#),
[406](#)
 HUTCHESON, Francis (1694–1746)
[405](#)
 HUTCHINSON, George Evelyn (1903–
 1991) [118](#)

I

ILLICH, Ivan (1926–2002) [332](#)

J

JEVONS, William Stanley (1835–1882)
[24](#), [108–115](#), [157](#), [158](#), [164](#),
[342](#), [408](#), [423](#), [433](#)
 JOHANSEN, Leif (1930–1982) [172](#),
[173](#), [203](#), [204](#), [206](#), [222](#)
 JONAS, Hans (1903–1993) [302](#),
[314](#), [325](#)
 JORGENSEN, Dale Weldeau (1933–)
[140](#), [141](#)
 JOUVENEL, Bertrand de (1903–1987)
[117–119](#), [121](#), [158](#), [337](#), [402](#)

K

KAHN, Richard Ferdinand (1905–
 1989) [170](#)
 KALECKI, Michał (1899–1970)
[293](#), [430](#)
 KANT, Emmanuel (1724–1804)
[349](#), [406](#)
 KEELING, Charles David (1928–2005)
[120](#), [235](#)
 KEYNES, John Maynard (1883–1946)
[108](#), [111](#), [115](#), [116](#), [126](#), [127](#),
[159](#), [169](#), [170](#), [217](#), [220–222](#),
[227](#), [342](#), [428](#), [429](#), [432–435](#),
[437–439](#), [461–481](#), [483–489](#)
 KEYNES, John Neville (1852–1949)
[346](#)
 KNIES, Karl Gustav (1821–1898)
[341](#)
 KNIGHT, Frank (1885–1972) [347–](#)
[350](#), [408](#), [443](#)
 KOOPMANS, Tjalling Charles (1910–
 1985) [251](#), [258](#)
 KUHN, Thomas (1922–1996) [9](#), [79](#)
 KUZNETS, Simon (1901–1989)
[137](#), [147](#), [169](#)

L

LABROUSSE, Ernest (1895–1988)
[149](#)
 LAKATOS, Imre (1922–1974) [79](#)
 LANGE, Oskar (1904–1965) [185](#),
[186](#), [430](#)
 LA ROCHEFOUCAULD, François de
 (1613–1680) [398](#), [408](#),
[412](#), [418](#)
 LEIJONHUFVUD, Axel (1933–) [95](#),
[433](#), [472](#)
 LEONTIEF, Wassily (1905–1999)
[92](#), [94](#), [187](#), [253](#)
 LIEBIG, Justus von (1803–1873)
[107](#)
 LINDEMAN, Raymond Laurel (1915–
 1942) [118](#)
 LOCKE, John (1632–1704) [400](#),
[414](#)
 LOVELOCK, James Ephraim (1919–)
[335](#)

LUCAS, Robert Emerson (1937–)
 30, 227, 229, 430–432, 435,
 437, 439, 440
 LUXEMBOURG, Rosa (1871–1919)
 333

M

MACHIAVEL, Nicolas (1469–1527)
 23, 406, 407
 MACHLUP, Fritz (1902–1983) 284
 MAINE, Henry Sumner (1822–1888)
 160
 MALINVAUD, Edmond (1923–)
 88, 434, 437
 MALTHUS, Thomas Robert (1766–
 1834) 127, 483
 MANDEVILLE, Bernard (1670–1733)
 164, 400, 401, 406, 414
 MANNE, Alan S. (1925–2005) 139,
 240, 241, 386
 MANSHOLT, Sicco (1908–1995)
 333, 334
 MARSHALL, Alfred (1842–1924)
 147, 170, 220
 MARX, Karl (1818–1883) 23, 105,
 107, 114, 146–149, 159, 169,
 216, 398, 405, 415, 423–425,
 452, 471, 476, 478
 MEADOWS, Dennis (1942–) et Donella
 H. (1941–2001) 122–128,
 130, 131, 133, 135, 238
 MENDER, Carl (1840–1921) 5, 112,
 341, 342, 345, 349, 423, 458,
 459
 MEYER, Eduard (1855–1930) 357
 MILL, John Stuart (1806–1873)
 111, 112, 346, 433, 476, 478,
 479
 MISES, Ludwig von (1881–1973)
 7, 345, 349, 350
 MITCHELL, Wesley Clair (1874–1948)
 114
 MOORE, George Augustus (1852–
 1933) 473
 MYRDAL, Karl Gunnar (1898–1987)
 6–10, 23, 160, 170, 221, 333,
 339, 405, 420

N

NEWCOMEN, Thomas (1664–1729)
 109, 157
 NORDHAUS, William D. (1941–)
 24, 54, 121, 122, 238–249, 256,
 258–260, 262–267, 271, 272,
 276, 282–284, 288, 289, 319,
 365, 366, 368, 558

P

PAPIN, Denis (1647–1712) 157
 PARETO, Vilfredo (1848–1923)
 254, 424
 PASCAL, Blaise (1623–1662) 408
 PATINKIN, Don (1922–1995) 169,
 433
 PECCEI, Aurelio (1908–1984) 122
 PERROUX, François (1903–1987)
 476, 479
 PETTY, William (1623–1687) 105
 PICARD, Émile (1856–1941) 444
 PIGOU, Arthur Cecil (1857–1959)
 383
 PODOLINSKI, Serge (1850–1891)
 116, 425
 POINCARÉ, Henri (1854–1912)
 444, 445
 POLANYI, Karl (1886–1964) 19,
 330, 334, 350, 354, 358, 359,
 397, 405, 407, 413, 417, 419,
 452, 455, 458, 459, 463, 467,
 482, 483, 485, 486, 488
 POPPER, Karl Raimund (1902–1994)
 6, 79, 81, 313
 POUILLET, Claude (1790–1868)
 234
 PRESCOTT, Edward Christian (1940–)
 229, 436
 PRIGOGINE, Ilya (1917–2003) 438

Q

QUESNAY, François (1694–1774)
 105, 414

R

RAMSEY, Frank (1903–1930) 144,
 247, 248, 250, 253–258, 365

RICARDO, David (1772–1823)
[106](#), [107](#), [109](#), [111](#), [145](#), [170](#),
[213](#), [340](#), [341](#)
 RICHELIEU, Armand Jean de (1585–
 1642) [397](#)
 ROBBINS, Lionel (1898–1984)
[345–347](#), [352](#), [466](#), [467](#)
 ROBERTSON, Dennis (1890–1963)
[406](#)
 ROBINSON, Joan (1903–1983) [76](#),
[95](#), [99](#), [167](#), [170](#), [174](#), [178](#), [182](#),
[194](#), [197–199](#), [208](#), [209](#), [214–](#)
[225](#), [228](#), [251](#), [254](#), [257](#), [348](#),
[423](#), [429](#)
 ROME, Club de [24](#), [122](#), [124](#), [127](#),
[128](#), [130](#), [132–134](#), [136](#), [139](#),
[140](#), [164](#), [167](#), [211](#), [212](#), [232](#),
[331](#), [333](#), [426](#)
 ROSCHER, Georg Wilhem (1817–1894)
[341](#)
 ROSTOW, Walt Whitman (1916–2003)
[148](#), [149](#), [160](#)
 ROUGEMONT, Denis de (1906–1985)
[337](#)
 ROUSSEAU, Jean-Jacques (1712–1778)
[402](#)

S

SACHS, Ignacy (1927–) [91](#), [123](#),
[124](#), [333](#)
 SAINT-SIMON, Claude Henri de
 (1760–1825) [160](#)
 SALISBURY, Richard Frank (1926–
 1989) [351](#)
 SAMUELSON, Paul Anthony (1915–
 2009) [95–97](#), [99](#), [100](#), [133](#),
[179](#), [190](#), [192–195](#), [197](#), [198](#),
[208](#), [215](#), [218](#), [219](#), [230](#), [250](#),
[251](#), [255](#)
 SAUSSURE, Horace Bénédict de (1740–
 1799) [234](#)
 SCHMOLLER, Gustav (1838–1917)
[5](#), [6](#), [341](#), [342](#), [345](#), [349](#)
 SCHUMPETER, Joseph Alois (1883–
 1950) [11](#), [30](#), [37](#), [88](#), [97](#),
[98](#), [108](#), [146](#), [147](#), [169](#), [220](#),
[221](#), [224](#), [306](#), [330](#), [363](#)

SENIOR, Nassau William (1790–1864)
[341](#)
 SHACKLE, George Lennox (1903–
 1992) [221](#)
 SHAFTESBURY, Anthony Ashley-
 Cooper (1671–1713) [405](#)
 SIMON, Herbert Alexander (1916–
 2001) [208](#), [209](#), [441](#)
 SMITH, Adam (1723–1790) [145](#),
[161](#), [340](#), [403](#), [404](#), [413](#), [414](#),
[416](#), [453](#)
 SODDY, Frederick (1877–1956)
[116](#)
 SOLOW, Robert M. (1924–) [29](#), [30](#),
[67](#), [89](#), [121](#), [125–130](#), [133–135](#),
[137](#), [138](#), [140](#), [202](#), [207–211](#),
[214](#), [215](#), [217–219](#), [225](#), [426](#),
[436](#), [437](#), [466](#)
 SOMBART, Werner (1863–1941) [5](#),
[147](#), [341](#), [477](#)
 SPENCER, Herbert (1820–1903)
[318](#)
 SRAFFA, Piero (1898–1983) [106](#),
[170](#), [187](#), [198](#), [223](#), [226](#), [340](#),
[341](#)
 STERN, Nicholas (1946–) [248](#),
[249](#), [256](#), [258](#), [259](#), [262–264](#),
[266–268](#), [287](#), [290](#), [301](#), [319](#),
[325–327](#), [558](#)
 STIGLER, George Joseph (1911–1991)
[376](#)
 STIGLITZ, Joseph (1943–) [128–](#)
[130](#), [134](#), [135](#), [225](#)
 STREETEN, Paul (1917–) [91](#)
 SWAN, Trevor (1918–1989) [197](#)

T

TANSLEY, Arthur George (1871–1955)
[118](#)
 TOBIN, James (1918–2002) [227](#),
[430](#), [433](#), [434](#), [436](#)
 TÖNNIES, Ferdinand (1855–1936)
[160](#), [471](#)
 TORRENS, Robert (1780–1864)
[170](#)
 TOYNBEE, Arnold (1852–1883)
[147](#)
 TYNDALL, John (1820–1893) [234](#)

V

VEBLÉN, Thorstein (1857–1929)
174, 213, 221, 345, 418

VERNADSKY, Vladimir (1863–1945)
120

VILAR, Pierre (1906–2003) 146,
149, 423

VOLTERRA, Vito (1860–1940) 445

W

WALRAS, Léon (1834–1910) 112,
220, 249, 342, 344, 345, 444

WATT, James (1736–1819) 109,
238

WEBER, Max (1864–1920) 5, 6, 8,
103, 139, 147, 162, 163, 341,
342, 399, 469, 471, 472, 477,
484

WEITZMAN, Martin (1942–) 248,
256, 287–289, 379

WHITE, Harry Dexter (1892–1948)
116

WICKSELL, Knut (1851–1926) 170,
176, 182, 184–186, 193, 196–
198, 200, 557

WILLIAMSON, Oliver Eaton (1932–)
40

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1.1 L'économie comme problème	2
1.2 Les concepts imprégnés de valeurs	5
1.3 Le statut de la théorie économique	11
1.4 Lignes directrices de la thèse	14
1.5 Le but de la recherche	22
1 UNE AUTRE PLANÈTE	27
1.1 Le moteur de croissance du modèle AABH	29
1.1.1 La micro-fondation de la dynamique : la fable des chercheurs	31
1.1.2 Une autre micro-fondation schumpéterienne : la fable des managers	36
1.1.3 Encore une micro-fondation : la fable du <i>learning-by-doing</i>	38
1.1.4 Micro-fondation : une histoire comme ça ?	38
1.2 La modélisation de l'environnement dans AABH	42
1.2.1 La dynamique d'AABH	43
1.2.2 Une dynamique à équilibres multiples	45
1.2.3 Application au changement climatique	52
1.3 Un contrôle optimal pour éviter la catastrophe	59
1.3.1 Des résultats trop optimistes ?	60
1.3.2 Une négation de la rigidité des systèmes énergétiques	64
1.3.3 Un modèle de croissance exogène à la direction endogène	67
1.3.4 Une répartition du produit déconcertante	70
1.4 Quelques leçons épistémologiques	78
1.4.1 La rhétorique des économistes	78
1.4.2 Mathématiques et sophisme	80
1.4.3 Les jeux de l'évocation	83
1.4.4 L'adéquation des modèles à la réalité	90
1.4.5 Les limites de la mathématisation de l'économie	93
2 L'ÉNERGIE DE L'ÉCONOMIE	103
2.1 Les ressources dans l'économie	104
2.1.1 La terre des classiques	105
2.1.2 Le charbon de Jevons	107
2.1.3 L'éclipse néo-classique	112
2.2 Les limites à la croissance	116
2.2.1 Un rapprochement manqué	117
2.2.2 Le choc du rapport du Club de Rome	122
2.2.3 La réponse des économistes au Club de Rome	127
2.2.4 La critique entropique de Georgescu-Roegen	132
2.2.5 La contribution de l'énergie à la croissance	136
2.3 La vision économique confrontée à l'histoire	139
2.3.1 L'impuissance de l'économétrie	140
2.3.2 Révolution industrielle et énergie	145
2.3.3 Le passage à une économie minérale	152

2.3.4	La preuve par la Chine	154
2.4	Quelques enseignements	158
2.4.1	Deux types de croissance	159
2.4.2	Les conditions de possibilité des sociétés de marché	161
2.4.3	Du point de vue de l'analyse économique	164
3	LA FONCTION DE PRODUCTION	167
3.1	Origine et cadre de la controverse des deux Cambridge	169
3.1.1	Le contexte : la macro-économie de long terme	169
3.1.2	Différentes fonctions de production	171
3.1.3	La double signification du capital	174
3.2	La controverse des deux Cambridge	176
3.2.1	Fonction de production agrégée et frontière des prix des facteurs	176
3.2.2	L'effet Wicksell	180
3.2.3	Choix des techniques : économie à un bien	186
3.2.4	Choix des techniques : économie à un bien, avec deux secteurs	191
3.3	L'agrégation des fonctions de production	200
3.3.1	Des résultats négatifs	201
3.3.2	Une approche prometteuse par les capacités	203
3.3.3	La fonction de Cobb-Douglas	207
3.4	Enseignements et postérité de la controverse de Cambridge	213
3.4.1	Les théories de la répartition	213
3.4.2	Le temps historique contre le temps logique	217
3.4.3	La confortable amnésie des « nouveaux classiques »	224
4	COÛTS ET BÉNÉFICES DES POLITIQUES CLIMATIQUES	233
4.1	Le changement climatique saisi par la théorie économique	233
4.1.1	Une conséquence inattendue du développement économique	233
4.1.2	Les premiers travaux de Nordhaus	238
4.1.3	Le passage à l'analyse coût-bénéfice	241
4.2	Le taux d'actualisation	246
4.2.1	Une controverse à répétition	246
4.2.2	Une appréciation critique de la notion d'actualisation	249
4.2.3	Quel rôle pour le taux d'actualisation dans la controverse Stern-Nordhaus ?	259
4.3	La fonction de dommages	270
4.3.1	Le catastrophisme	272
4.3.2	La décennie cruciale	277
4.3.3	Quels dommages ?	282
5	LE CLIMATO-SCEPTICISME	293
5.1	Le circuit du climato-scepticisme	294
5.1.1	« Une vérité qui dérange »	295
5.1.2	Les médias et l'oubli de la fonction critique	303
5.2	Des faits et des valeurs dans les politiques climatiques	308
5.2.1	Quatre propositions sur le changement climatique	309

5.2.2	L'incertitude de la prospective dans le passage du positif au normatif	313
5.2.3	La confusion climato-sceptique entre diagnostics et prescriptions	316
5.3	Aux origines d'un antagonisme	322
5.3.1	Les rhétoriques dans les politiques climatiques	322
5.3.2	Le changement climatique vu de la gauche radicale	328
5.3.3	Des possibilités des économies mixtes au blocage néo-libéral	330
6	L'HOMME ÉCONOMIQUE ET LE MARCHÉ	339
6.1	Le paradigme néo-classique en question	340
6.1.1	Les catégories fondamentales de la théorie économique	340
6.1.2	La méthode économique en débat	347
6.2	Un homme évidemment économique ?	350
6.2.1	La controverse entre formalistes et substantivistes	350
6.2.2	La construction du temps	352
6.2.3	L' <i>homo œconomicus</i> formel	354
6.3	Un marché naturel ?	357
6.3.1	Le marché et l'agora	358
6.3.2	Le marché du blé à Chicago	360
6.3.3	Les investissements de forme	363
6.4	L'erreur de cadrage de la théorie économique	364
6.4.1	La norme du prix unique	365
6.4.2	L'irréalité des coûts d'abattement	367
6.4.3	Le prix unique à l'épreuve	373
6.4.4	Des négociations erratiques mais hypnotisées	381
6.4.5	Un autre paradigme ?	391
7	L'ASSOMPTION DE L'ÉCONOMIE	395
7.1	La construction progressive des sociétés modernes	397
7.1.1	Le renversement de la moralité et l' <i>homo œconomicus</i>	397
7.1.2	L'invention du marché comme totalité sociale	400
7.1.3	Le devenir économique	405
7.2	Trois perspectives sur la naissance des sociétés modernes	408
7.2.1	L'allongement des chaînes d'interdépendance	408
7.2.2	Le passage du holisme à l'individualisme	412
7.2.3	L'interaction mimétique	417
7.3	Idéologie et développement de l'analyse économique	419
7.3.1	La constitution d'une norme propre à l'économie	422
7.3.2	Le retour aux sources de la contre-révolution monétariste	428
7.3.3	La méthode axiomatique	440
7.4	L'économie comme catégorie dominante de la société moderne	452
	CONCLUSION	457
	ÉPILOGUE : LA DYNAMIQUE DU CAPITALISME	461
E.1	Les <i>Perspectives</i>	462
E.1.1	La solution du problème économique	462
E.1.2	La perte de la finalité traditionnelle	463
E.1.3	La fin de l'amour de l'argent	465
E.2	Quelques réceptions communes des <i>Perspectives</i>	465

E.2.1	Des disqualifications simplistes	466
E.2.2	Une réduction naturaliste	469
E.2.3	Une interprétation insuffisante	470
E.3	Gagner la société d'abondance pour en perdre les fruits	471
E.3.1	Keynes et le capitalisme	471
E.3.2	Un point de vue moral ?	472
E.3.3	La critique de la dynamique du capitalisme	473
E.3.4	Difficulté de la réception	476
E.4	Les <i>Perspectives...</i> : leçons pour l'avenir	479
E.4.1	Le problème économique, un problème naturel...	480
E.4.2	...ou un problème social ?	483
E.4.3	La camisole du problème économique	485
E.4.4	Pourquoi quitter le capitalisme ?	487
APPENDICES TECHNIQUES		491
A.1	Appendice au chapitre 1	491
A.1.1	Un modèle de croissance avec <i>learning-by-doing</i>	491
A.1.2	Dynamique de la pollution et ses conséquences sur le moyen terme	493
A.1.3	Quelques rappels sur les systèmes dynamiques discrets	497
A.1.4	Proportion optimale de chercheurs	497
A.2	Appendice au chapitre 3	499
A.2.1	Une fonction de production homothétique	499
A.2.2	Comportement monopoliste	500
BIBLIOGRAPHIE		501
INDEX		547
TABLE DES MATIÈRES		553

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1.1	Dynamique de l'environnement dans le modèle AABH	44
FIGURE 1.2	États d'équilibre à niveau de pollution constant dans la dynamique AABH	45
FIGURE 1.3	Graphe de $T_{t+1} = f(T_t)$ pour différentes valeurs de ξY_d	48
FIGURE 1.4	Les états d'équilibre dans la dynamique complète	49
FIGURE 1.5	Dynamique de S_t comme un modèle réduit de la dynamique de T_t	50
FIGURE 1.6	Comparaison du modèle AABH avec deux lois d'évolution de la concentration en CO_2	56
FIGURE 1.7	Comparaison du modèle AABH avec différents seuils de catastrophe	58
FIGURE 1.8	Comparaison du modèle AABH avec différentes substitutibilités des biens intermédiaires	66
FIGURE 1.9	Répartition de la production	75
FIGURE 1.10	Répartition de la valeur ajoutée	76
FIGURE 3.1	Différentes fonctions de production, selon le niveau d'agrégation et l'horizon temporel	173
FIGURE 3.2	Fonction de production et choix des techniques	177
FIGURE 3.3	Frontière des profits-salaires, déduite d'une fonction de production	178
FIGURE 3.4	Frontière des profits-salaires dans l'exemple de Wicksell	185
FIGURE 3.5	Frontière des profits-salaires avec une seule technique de production	189
FIGURE 3.6	Choix des techniques dans un monde à un bien	190
FIGURE 3.7	Fonction succédanée de production pour la frontière de la figure 3.6	191
FIGURE 3.8	Courbe des profits-salaires pour différentes intensités capitalistiques relatives	196
FIGURE 3.9	Courbe des profits-salaires dans le monde de Garegnani	196
FIGURE 3.10	Le retour des techniques	198
FIGURE 3.11	L'exemple de Garegnani (1970, p. 430)	199
FIGURE 4.1	Représentation des effets externes dans DICE	243
FIGURE 4.2	Trajectoires de VSC de 2010 à 2130	265
FIGURE 4.3	Trajectoires d'abattement de 2010 à 2130	266
FIGURE 4.4	Élasticités au point moyen sur la période 2010 – 2130	269
FIGURE 4.5	Fonction de dommages de forme sigmoïdale	272
FIGURE 4.6	Abattement, dommages et température pour une trajectoire optimale	274
FIGURE 4.7	Valeur sociale du carbone et coût marginal initial d'abattement	275
FIGURE 4.8	Répartition de la production brute	277

FIGURE 4.9	Proportion de doomistes en fonction des dates de début des efforts	280
FIGURE A.1	Dynamique engendrée par la fonction f	498

LISTE DES TABLEAUX

TABLE 1.1	Taxe carbone (\$/tCO ₂) dans les trois scénarios AABH	62
TABLE 1.2	Taux de croissance de la production totale dans les trois scénarios AABH	63
TABLE 4.1	Les différences entre Stern et Nordhaus	264
TABLE 4.2	Code graphique des figures 4.2 et 4.3	264
TABLE 4.3	Analyse de sensibilité sur des paramètres-clefs de RESPONSE	268
TABLE 4.4	Les états possibles du monde	279

ACRONYMES

ACB	analyse coût-bénéfice
BCE	Banque centrale européenne
CCNUCC	Conférence-Cadre des Nations Unies pour le changement climatique
DICE	Dynamic Integrated model of Climate and the Economy
GES	gaz à effet de serre
GIEC	groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat
PIB	produit intérieur brut
TPPP	taux de préférence pure pour le présent
VSC	valeur sociale du carbone